

М. А. Соловьева

# Атлас

## ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР МОРОЗАМИ



---

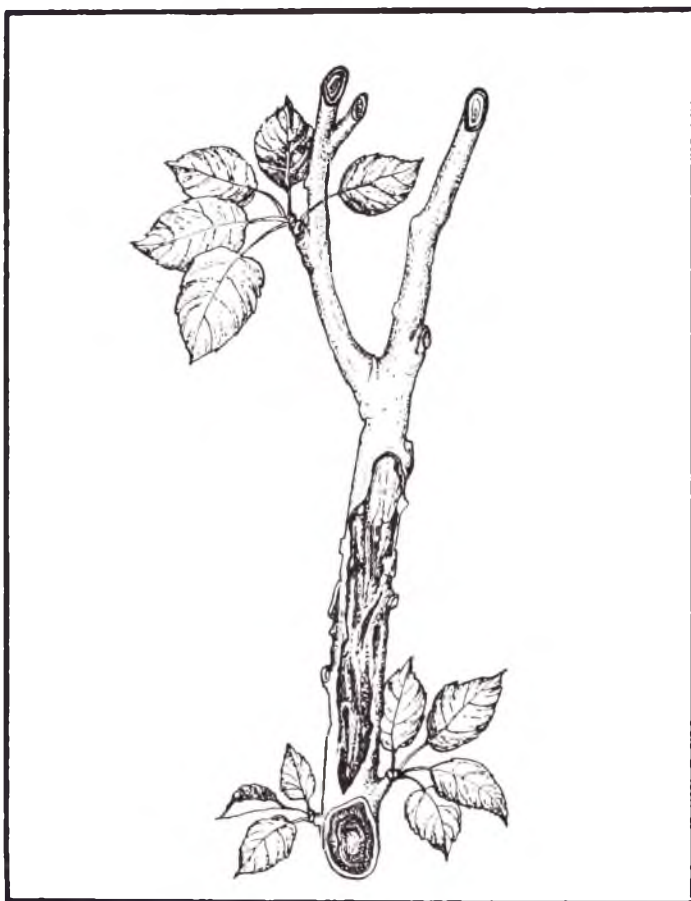
М. А. Соловьева

# Атлас

---

## ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР МОРОЗАМИ

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ,  
ДОПОЛНЕННОЕ  
И ПЕРЕРАБОТАННОЕ



---

КИЕВ  
«УРОЖАЙ»  
1988

*Рецензенты:* доктор сельскохозяйственных наук  
С. Н. Степанов, доктор биологических наук  
М. Д. Кушнirenко.

**Соловьева М. А.**

**С60** Атлас повреждений плодовых и ягодных культур морозами.— 2-е изд., перераб. и доп.— К.: Урожай, 1988.— 48 с.: ил, 127 цв. табл.  
**ISBN 5-337-00133-7**

Рассмотрены основные аспекты морозоустойчивости плодовых и ягодных растений, описаны типы морозных повреждений корневой системы и надземной части саженцев, плодовых деревьев и причины этих повреждений. Приведены критические температуры гибели корневой системы и подземной части плодовых деревьев, а также земляники, смородины и малины. Показано влияние сочетания метеорологических факторов и условий выращивания на степень и характер повреждения растений, описан механизм регенерационных процессов у поврежденных морозом растений. Рекомендованы приемы, обеспечивающие подготовку плодовых деревьев к зиме, и мероприятия по оздоровлению поврежденных морозами саженцев плодовых деревьев и ягодных культур. В переиздании (предыдущее вышло в 1976 г.) представлены новые, ранее не описанные типы повреждений.

Атлас рассчитан на агрономов-садоводов, бригадиров, а также садоводов-любителей.

**ББК 42.35—2**

**С** 3803030400—058 КУ—№4—221—88(т. п. 88—99)  
M204(04)—88

**ISBN 5-337-00133-7**

© Издательство «Урожай», 1976  
© Издательство «Урожай», 1988, с изменениями

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>4</b>
<b>РАЗДЕЛ I. Основные аспекты зимостойкости плодовых деревьев</b>	<b>10</b>
<b>РАЗДЕЛ II. Основные типы повреждений плодовых и ягодных культур низкими отрицательными температурами</b>	<b>13</b>
Повреждение морозами корневой системы	13
Повреждение морозами надземной части	16
Морозоустойчивость различных тканей ствола, ветвей и корней	17
Повреждение коры ствола и скелетных ветвей	22
Повреждение коры развилки и ствола в зависимости от условий выращивания	23
Повреждение коры у корневой шейки	28
Морозобоины	28
Солнечные ожоги	29
Повреждение плодовых почек	31
<b>РАЗДЕЛ III. Повреждение заморозками цветков и завязей</b>	<b>35</b>
<b>РАЗДЕЛ IV. Уход за поврежденными саженцами, плодовыми деревьями и ягодными насаждениями</b>	<b>38</b>
Определение степени повреждения деревьев в садах и мероприятия по их восстановлению	38
Определение степени повреждения саженцев и подвоев и мероприятия по их восстановлению	42
Определение степени повреждения земляники, смородины, крыжовника и малины и мероприятия по их восстановлению	44
Борьба с вредителями и болезнями	44
Учет восстановления поврежденных морозом деревьев	44
Мероприятия по повышению морозоустойчивости насаждений плодовых и ягодных культур	45
Библиографический список	47



Развитие высокоинтенсивного садоводства в основных промышленных районах страны часто осложняется рядом природных факторов, среди которых наиболее серьезными являются периодически повторяющиеся суровые зимы, приносящие большой вред садам и плодовым питомникам, а также насаждениям земляники и малины. Суровые зимы бывают примерно раз в 3—4 года, а катастрофические, когда гибель растений достигает огромных размеров, случаются раз в десять лет (рис. 1). Повреждение плодовых растений морозами в той или иной степени наблюдается почти ежегодно.

Массовое повреждение и гибель плодовых деревьев за последние 63 года отмечались в зимы 1923/24, 1928/29, 1938/39, 1939/40, 1941/42, 1945/46, 1949/50, 1953/54, 1955/56, 1959/60, 1962/63, 1965/66, 1968/69, 1971/72, 1975/76, 1978/79, 1984/85, 1986/87 гг. Степень, характер и размеры повреждений плодовых насаждений были неодинаковыми в разные годы.

Много деревьев погибло почти во все из перечисленных зим. Однако площади садов в прошлом были невелики и размеры гибели соответственно не были так ощутимы, как в более поздние годы. Так, в зимы 1939/40 и 1941/42 гг. в РСФСР погибло 200 тыс. га плодовых насаждений (Урсуленко П. К., Веняминов А. Н., Заец В. К. и др., 1944), а на Украине — 40 тыс. га (Проценко Д. Ф., 1958).

В зимы 1949/50 и 1953/54 гг. в северо-восточных районах Украинской ССР почти полностью вымерзли деревья слив и вишен, сильно пострадали деревья осенне-зимних сортов груши. Много погибло плодовых деревьев в садах Крыма, а также в Запорожской, Днепропетровской и других областях в зимы 1953/54 и 1984/85, 1986/87 гг.

В 1955/56 и 1959/60 гг., в отличие от предыдущих зим, во многих районах Украины вымерзла корневая система у саженцев в питомниках, а также у молодых и взрослых деревьев в садах.

По неполным данным, в совхозах бывшего Укрсадвинтреста в зиму 1955/56 г. полностью вымерзло 12 % плодоносящих деревьев всех пород и 25,5 % молодых, из них по отдельным породам: яблони — соответственно 8,3 и 29,5; груши — 8,1 и 48,5; сливы — 42,5 и 11,8; вишни — 29,5 и 20,5; черешни — 16,3 и 7,4; абрикоса — 6,1—12,1 %.

В плодовых питомниках специализированных совхозов морозами повреждены в прикопке 20,9 % двухлетних и 28,7 % дичек; дички, оставленные в школе сеянцев невыкопанными, были повреждены на 100 %. Однолетние саженцы в питомнике пострадали на 49,7 %, окулянты — на 58,8, маточники карликовых подвоев — на 55,7 %. Полностью погибли все три поля питомника в Глобовском и Красноградском совхозах Харьковской, совхозах им. Тельмана и «Зеленый яр» Днепропетровской областей. Сильно пострадали на Украине и ягодники: насаждения земляники вымерзли на 57,9 %, малины — на 12,6, крыжовника — на 8,1, смородины черной — на 2,5 %. В совхозах Харьковской, Полтавской и Днепропетровской областей погибли все насаждения земляники, а в Черниговской — малины.

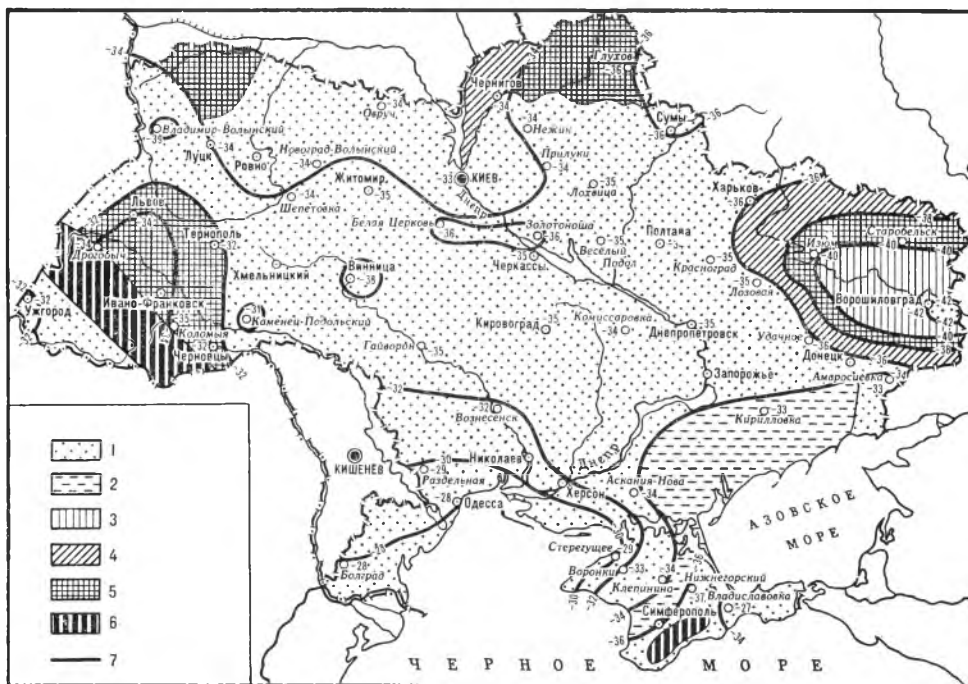
В питомниководческих совхозах Украинской ССР в 1955/56 г. вымерзло

778 тыс. однолетних саженцев, 1845 тыс. окулянтов, 2648 тыс. подвоев и 229 тыс. саженцев в прикопке. Примерно такими же были повреждения плодовых насаждений и в колхозах республики. Гибель саженцев и подвоев в питомниках, а также плодовых деревьев в садах была обусловлена повреждением корневой системы.

Огромный вред садам и плодовым питомникам принесла зима 1971/72 г. Почти во всех районах промышленного садоводства страны (Средняя Азия, Северный Кавказ, Армения, Украина, отдельные районы Нечерноземной зоны РСФСР) вымерзло много деревьев персика и абрикоса. Очень пострадали, особенно на Украине (Винницкая, Хмельницкая, Днепропетровская, Черкасская и другие области), деревья зимних сортов яблони. В эту зиму вымерзли также плодовые почки у косточковых, повредились стволы и развилки плодоносящих деревьев яблони осенне-зимних сортов, в сильной степени — корневая система у молодых деревьев черешни, привитых на черешне, и груши, привитых на айве, а также сеянцев и саженцев всех пород в южных и северо-восточных районах Украинской ССР.

В зависимости от типа и формы подвоя деревья яблони в садах и саженцы в питомниках повредились в разной степени или вымерзли полностью. У молодых деревьев вымерзли преимущественно обрастающие корни, расположенные в верхних слоях почвы до 40 см. В этих же районах повредилась корневая система у подвоев первого и второго полей питомников и саженцев в прикопке. Особенно сильно пострадали подвои, высаженные осенью. Так, по Харьковской области в Купянском гослесопитомнике полностью погибли все подвои яблони (52 тыс. шт.), груши (6 тыс. шт.) и косточковых пород (17 тыс. шт.); в Изюмском питомниководческом совхозе также полностью вымерзли подвои яблони в первом поле питомника (271 тыс. шт.), груши (20 тыс. шт.), вишни (83 тыс. шт.), алычи (50 тыс. шт.). В Полтавской области в совхозе им. Мичурина погибли 100 % подвоев вишни и сливы; 60 % подвоев яблони имели сильное повреждение; в Гадячском питомниководческом совхозе погибли все подвои яблони (220 тыс. шт.), груши (75 тыс.)

1. Абсолютный минимум температуры воздуха на Украине (норма) и высота снежного покрова за I декаду февраля 1956 г. Условные обозначения: 1 — высота снежного покрова 0 см; 2 — 1—5; 3 — 5—10; 4 — 10—15; 5 — 15—20 см; 6 — вечные снега в горах; 7 — изолиния.



и алычи (16 тыс. шт.). В Краматорском и Кантимировском плодовых питомниках Донецкой области в первом поле полностью погибли подвои яблони, груши, сливы, вишни и черешни.

В зиму 1976/77 г. сильно повредились саженцы в питомнике и молодые деревья в садах Ворошиловградской, Харьковской и отдельных районах Донецкой области; в питомниках Ворошиловградской и Харьковской областей вымерзло и сильно повредилось около 60 % саженцев. Октябрьские морозы, когда температура воздуха 18.10.76 г. опускалась до минус 19,2 °С, а на поверхности почвы — до минус 23 °С, причинили огромный вред деревьям молодых и плодоносящих насаждений, а также зрелым плодам зимних сортов яблони, которые к этому времени не были сняты с деревьев.

Зима 1978/79 г. была катастрофической для целого ряда областей РСФСР, а также Прибалтийских республик. В эту зиму в областях Центрального, Поволжского, Северо-Западного, Волго-Вятского экономических районов, а также в ряде мест Урала и Сибири в колхозах и совхозах отмечено сильное повреждение 164 тыс. га многолетних насаждений, в том числе в специализированных совхозах бывшего Плодопрома РСФСР 70 тыс. га, из них полностью погибло соответственно — 95 и 46 тыс. га (Пронин С. Н., 1982). На Украине гибель садов в эту зиму была невелика — около 9 тыс. га. В колхозах и совхозах Литовской ССР погибло и сильно подмерзло 14 % садов и ягодников. Значительно пострадали косточковые культуры (40 %) и земляника (32 %). Особенно большой ущерб был нанесен морозами молодым садам посадки 1976—1978 гг. (Урба В. И., 1982). Более сильное подмерзание наблюдалось у деревьев яблони на вегетативных подвоях (Квиклис А. М., 1982). В совхозе им. Мичурина Юрбарского района Литовской ССР гибель деревьев в садах составила 12,6 %; полностью погибла земляника и плодовой питомник, за исключением третьего поля.

Погибшие и сильно поврежденные насаждения раскорчевывали и до 1983 г. восстанавливали.

Значительный вред плодовым насаждениям в ряде областей УССР нанесли январские морозы 1987 г. До начала января погодные условия не были критическими для перезимовки плодовых деревьев. В первой декаде января массы холодного воздуха начали распространяться в северные, северо-восточные и центральные районы республики. В Киевской, Черниговской, Сумской областях минимальная температура воздуха на 1—3 °С превышала исторические минимумы и составляла минус 37—40 °С. В Ровенской, Волынской и Ворошиловградской областях температура снижалась до 35—36 °С, Черкасской — до 25—29, Харьковской, Полтавской и Львовской — до 28—32, Донецкой и Запорожской — до минус 20—27, Одесской — до 22, Николаевской, Херсонской и Крымской областях — в пределах 15 °С мороза.

На поверхности снега в Винницкой, Киевской, Черниговской и Сумской областях она опускалась до минус 43—53 °С, а в Ворошиловградской — до минус 37 °С. Температура почвы в этот период не достигала критических значений для корневой системы плодовых растений в связи с наличием снежного покрова, высота которого составляла 22—50 см и более. Корневая система в садах сохранилась неповрежденной.

В первой декаде января повредились в основном цветковые почки у косточковых в Киевской, Черниговской и Сумской областях, а также в отдельных районах Волынской, Ворошиловградской, Харьковской, Полтавской, Черкасской и Львовской. Частично повредились цветковые почки у зимних сортов яблони и осенне-зимних сортов груши. У большинства плодовых пород слаборазвитые деревья повреждены значительно сильнее, чем хорошо развитые, не имеющие повреждений стволов в прошлые годы.

Во второй декаде марта резкое снижение температуры было отмечено в Крымской, Запорожской и других южных областях. В степной зоне Крыма температура опускалась до минус 27 °С. Во второй декаде марта, так же как и в первой декаде января, снижение температуры имело очаговый характер, соответственно и степень повреждения в пределах области не была равно-

мерной. У ряда сортов персика и наиболее распространенного сорта абрикоса Краснощекий отмечена полная гибель цветковых почек. В сильной степени они повреждены у черешни, сливы и несколько меньше у вишни. У большинства плодовых деревьев в нижней части кроны эти почки повреждены сильнее, чем в верхней. У ряда неустойчивых сортов черешни, вишни и сливы повреждения достигали 98—99 %. В районах, где температура опускалась до критических значений, у деревьев груши осенних и осенне-зимних сортов, кроме цветковых почек, в сильной степени повреждены и ветви разного возраста, а молодые деревья интродуцированных или недостаточно морозоустойчивых сортов вымерзли до линии снежного покрова или повредились в сильной степени. В северных и центральных областях СССР цветковые почки осенне-зимних и зимних сортов яблони, прежде всего у недостаточно морозоустойчивых сортов, а также у деревьев, листья которых были поражены паршой или другими болезнями, а побеги — мучнистой росой, повреждены от 25 до 50 % и более. Отмечено также повреждение стволов у деревьев яблони и косточковых культур морозобоинами и солнечными ожогами. Особенно сильно повреждены молодые и плодоносящие деревья ореха грецкого.

Кроме повреждений в зимний и зимне-весенний периоды, нередки случаи гибели цветковых почек, бутонов, цветков и завязей в период весенних заморозков. В отдельные годы они значительно снижают урожайность и качество плодов различных плодовых культур. Велики потери продукции и в период осенних заморозков. При увеличении морозоустойчивости цветков и молодой завязи всего на 2—3 °C во многих случаях потери от последних не имели бы существенных значений.

Повысить морозоустойчивость, так же как и морозоустойчивость плодовых и ягодных культур, возможно при расширении фундаментальных исследований основных механизмов повреждения растений температурами ниже 0 °C, а также при изучении природы устойчивости растений к морозам и заморозкам.

В последние годы достигнуты значительные успехи в изучении морозоустойчивости древесных растений. Теоретически доказано и экспериментально проверено в лабораторных условиях, что многолетние древесные растения характеризуются высокой потенциальной морозоустойчивостью. Растения абрикоса и яблони могут выносить, не повреждаясь, температуру до минус 60 °C, смородины черной — до минус 195—253 °C (Туманов И. И., 1960). Аналогичные данные были получены в Японии профессором А. Сакая (1967). В полевых условиях не удается повышать морозоустойчивость до таких пределов.

В настоящее время понятие устойчивости расширяет свои границы. Оно включает устойчивость не только к морозам, заморозкам и засухам, но и бактериальным, вирусным и другим повреждениям. Велико влияние и сочетания метеорологических факторов в разные периоды вегетации и покоя на формирование устойчивости к неблагоприятным факторам среды; при одних и тех же условиях выращивания в разные годы меняются критические температуры гибели растений на 4—6 ° или 10—14 °C.

На устойчивость к низким температурам большое влияние оказывает огодненность тканей и процессы кристаллообразования льда. Нуклеация льда — это один из наиболее важных моментов в решении вопросов защиты от заморозков и морозов. При этом влияние невымерзающей переохлажденной воды на этот процесс пока не установлено.

Повреждение плодовых деревьев обусловлено генетической специфичностью сорта, его способностью адаптироваться к изменяющимся температурам и условиям выращивания. Адаптивные реакции различных по зимостойкости сортов, а также одного сорта, выращенного в разных условиях, неодинаковы.

Для предупреждения зимних повреждений необходимо применение приемов, регулирующих продолжительность ростовых процессов, обеспечивающих возможность раннего начала вегетативного роста, своевременного его

завершения, прежде всего активной деятельности камбия с последующим переходом растений в период покоя.

Особое значение в формировании морозоустойчивости и продуктивности плодовых деревьев принадлежит листовой поверхности, ориентации листьев в кроне и их физиологическому состоянию.

На нашей планете в настоящее время осваивается лишь 7,6 % всех имеющихся земельных площадей, остальные 92,4 % не используются для возделывания культурных растений (Weiser C. J., 1970). Основным ограничивающим фактором освоения этих земель являются морозы; имеют значение также засухи и другие факторы, но они менее существенны.

В последнее время значительно расширились исследования по изучению реакции живых организмов на низкие и сверхнизкие температуры. Возникла новая быстроразвивающаяся отрасль науки — криобиология, изучающая явления, связанные с повреждениями низкими температурами, применением защитных веществ и различных криопротекторов, создающих возможность сохранить жизнеспособность отдельных органов и тканей растений при низких и сверхнизких температурах.

В Украинском научно-исследовательском институте садоводства (УНИИС) в лаборатории зимостойкости с 1937 г. исследуют природу зимостойкости плодовых растений, изучают регенерационные процессы при разной степени и характере повреждений, разрабатывают методы и приемы повышения морозоустойчивости плодовых и ягодных культур. Для решения вопросов, связанных с анализом сезонных изменений степени морозоустойчивости отдельных органов и тканей растений, и для выяснения влияния агротехнических приемов на зимостойкость плодовых деревьев был разработан лабораторный метод оценки морозоустойчивости растений путем замораживания их в специальных холодильных камерах непосредственно в саду и в лаборатории, что позволило установить основные типы зимних повреждений плодовых деревьев и определить роль водного режима и минерального питания в их зимостойкости, изучить регенерационные процессы у поврежденных морозом растений. Эти исследования позволили изучить механизм регенерации поврежденных морозом растений, диагностировать их состояние, установить, при каких агротехнических условиях выращивания зимостойкость плодовых деревьев повышается, а при каких понижается, определить, при каком сочетании метеорологических факторов возникает тот или иной тип повреждения, а также разработать систему мероприятий по восстановлению поврежденных морозом растений (Соловьева М. А., 1983).

Наиболее зимостойкие сорта плодовых растений созданы в нашей стране И. В. Мичуриным методом гибридизации и последующего направленного воспитания гибридных семян. Им была разработана теория получения наследственных изменений и предложен способ выведения зимостойких сортов плодовых деревьев. Зимостойкость И. В. Мичурин рассматривал как свойство, которое создается и развивается во взаимосвязи с ходом индивидуального развития и является результатом взаимодействия растений с внешней средой. Особое внимание ученый уделял управлению продолжительностью вегетационного периода гибридных семян в молодом возрасте и регулированию ростовых процессов.

В регуляции ростовых процессов и адаптационных свойств растений особая роль принадлежит физиологически активным веществам, с помощью которых нарушаются сложные взаимоотношения фитогормонов в клетке, изменяются естественные ритмы роста, органогенез и устойчивость многолетних древесных растений к низким и переменным температурам. Они регулируют оводненность тканей и интенсивность вымораживания воды при градуальном снижении температуры.

В. И. Кефели (1974) экспериментально показал, что физиологически активные вещества, регуляторы роста, фитогормоны, обладающие ингибиторными свойствами, подавляют митоз в апикальной меристеме и стимулируют клеточное деление камбиальной ткани.

Продолжительность роста побегов и длительность вегетационного периода у одного и того же сорта зависят также от наличия питательных веществ и влаги в почве. При недостаточном количестве питательных веществ, особенно азота, а также при засухе рост плодовых деревьев заканчивается преждевременно. В условиях неравномерного увлажнения деревья имеют несколько волн роста. При избыточном увлажнении рост затягивается, хотя ростовые процессы в целом ингибируются. Как избыток, так и недостаток влаги отрицательно влияют на ростовые процессы, накопление защитных веществ и зимостойкость плодовых деревьев.

Большое влияние на перезимовку растений оказывают местоположение сада, направление склона, тип почвы, наличие садозащитных полос, система содержания почвы в саду, уход за надземной частью дерева и т. д. На пониженных, плохо проветриваемых участках плодовые деревья страдают от мороза больше, чем на равнинных или слегка возвышенных. На некрутых северных склонах и на ровных участках плодовые деревья в суровые зимы повреждаются меньше, чем на южных и юго-западных, так как на последних условия водного режима летом менее благоприятны. Кроме того, на южных и юго-западных склонах в зимний и зимне-весенний периоды наблюдаются более резкие колебания температуры, способствующие появлению солнечных ожогов на стволе и скелетных ветвях кроны. Повреждение коры и камбия ствола, скелетных ветвей кроны наблюдается не только у деревьев, выращиваемых в условиях ограниченного и неравномерного увлажнения, но и произрастающих в пониженных местах в условиях избыточной влажности почвы.

Исследования показали, что система содержания почвы в саду оказывает большое влияние на перезимовку плодовых деревьев. В районах недостаточного увлажнения многолетние травы, выращиваемые в садах, понижают зимостойкость плодовых деревьев. На стволах и скелетных ветвях изменяется окраска коры, на коре ствола и ветвей появляются ожоги, а на листьях — млечный блеск.

В районах избыточного увлажнения важная роль в подготовке растений к зиме принадлежит сидератам и фосфорно-калийным удобрениям. Сидеральные культуры, высеваемые во второй половине лета, при совместном внесении фосфорных и калийных удобрений создают условия для своевременного окончания роста и вызревания побегов.

Большое влияние на перезимовку плодовых деревьев оказывает формирование кроны и обрезка. Сильная омолаживающая обрезка в год, предшествующий суровой зиме, приводит к резкому снижению морозоустойчивости коры ствола и скелетных ветвей.

Таким образом, регулируя условия выращивания и отбирая устойчивые к неблагоприятным факторам среды сорта и подвои, можно в значительной степени уменьшить количество поврежденных и вымерзших плодовых растений в годы с суровыми зимами.

Подготовка растений к зиме — процесс длительный и сложный. Зимостойкость у плодовых деревьев определяется условиями выращивания культуры не одного вегетационного периода, а нескольких лет.

Проблема повышения морозоустойчивости плодово-ягодных культур, так же как и всех сельскохозяйственных растений, продолжает оставаться одной из наиболее сложных и трудных проблем современной биологии, актуальность ее в настоящее время приобретает особое значение в связи с интенсификацией всех отраслей растениеводства. Важное место в этой проблеме должно занимать и создание новых морозоустойчивых сортов всех плодовых и ягодных культур с использованием современных методов исследования в селекции.



## Основные аспекты зимостойкости плодовых деревьев

Зимостойкость многолетних древесных растений следует рассматривать как сложный процесс взаимодействия условий выращивания, физиологического состояния и прежде всего состояния листового аппарата, его фотосинтетической активности и устойчивости деревьев к действию низких и переменных температур. Свойство это непостоянное, оно носит динамический характер и зависит от регуляции метаболических процессов, направленных на поддержание внутренней среды клеток в состоянии гомеостаза.

В настоящее время экспериментально доказано, что степень и характер повреждения плодовых деревьев морозами весьма разнообразны и зависят от условий выращивания и биологических свойств сорта.

Плодовые деревья не всегда вымерзают полностью. В большинстве случаев повреждаются они частично и остаются в садах с разной степенью и характером повреждения. Такие деревья характеризуются угнетенным ростом и, естественно, последующими пониженными морозоустойчивостью и урожайностью.

Плодовые деревья на Украине начинают готовиться к зиме в начале июля. К этому времени снижается активность ростовых процессов, изменяется состояние воды в клетках, резко уменьшается содержание наиболее легкообмениваемой свободной воды и повышается степень ее связывания. С повышением морозоустойчивости плодовых деревьев возрастает водоудерживающая способность тканей и изменяется диапазон температур с наиболее интенсивным вымораживанием воды. Как показали исследования отдела физиологии и зимостойкости УНИИС и Института коллоидной химии и химии воды АН УССР с использованием метода ядерного магнитного резонанса, для вегетирующих растений яблони и абрикоса это температуры минус 5—15 °C, а для закаленных минус 20—40 °C. Морозоустойчивые растения отличаются более высокой водоудерживающей способностью. При температуре минус 50—55 °C в ветвях закаленных растений яблони и абрикоса сохраняется 3—7 % невы-

мерзшей воды. Соответственно изменяются и критические температуры гибели этих деревьев: в первом случае растения яблони повреждаются при температуре минус 6—20 °C, а во втором — минус 40—48 °C и ниже (Solovieva M. A., Mank V. V., Brechunec A. L., 1978; Соловьева М. А., 1983).

Способность клеток сохранять незамерзшую воду при отрицательных температурах следует рассматривать как полезное приспособление, предотвращающее чрезмерное обезвоживание. При закалке растений резко возрастает водоудерживающая способность клеток.

Подготовка растений к зиме сопровождается также существенными изменениями в фосфорном метаболизме. Происходит включение неорганического фосфора в фосфорорганические соединения, увеличивается содержание фосфора эфирсахаров в коре побегов и ветвей яблони.

Морозоустойчивые сорта характеризуются более высоким содержанием фосфора эфирсахаров осенью и зимой, более мощными годичными биоритмами и большей их амплитудой.

Установлено также, что энергетический уровень биологических процессов в листьях увеличивается в период активного роста и уменьшается к концу вегетации. Прекращение ростовых процессов и прежде всего активной деятельности камбия сопровождается повышением содержания фосфора эфирсахаров и нуклеотидов в паренхимных клетках коры побегов и ветвей.

Фосфор эфирсахаров, по нашему мнению, принимает участие в образовании более упорядоченной структуры протоплазмы. При этом создаются предпосылки для связывания воды в протоплазме. Эфирсахара являются источником для формирования более энергетически выгодной структуры и образования сложных сахаров типа фруктозанов, а также других, предопределяющих подготовку растений к зиме.

Одновременно образуются вещества фенольной природы, часть из которых относится, как нами было установлено специально

проведенными исследованиями, к антоцианам. Последние выполняют защитную функцию в устойчивости растений к переменным и высоким температурам. Они являются как бы термоаккумулирующим и светозащитным барьером, преграждающим поток солнечных лучей к клеткам флоэмы, камбия и камбиальной зоны.

В этот же период усиливаются гидролитические процессы, снижается интенсивность дыхания и наблюдается перестройка ферментных систем, принимающих участие в дыхании растений.

Более зимостойкие сорта плодовых растений характеризуются повышенной интенсивностью дыхания в зимнее время. При резких колебаниях температуры возрастает интенсивность дыхания, изменяется тип дыхательного процесса, повышается коэффициент дыхания, что особенно заметно в морозные дни.

Способность плодовых растений адаптироваться и приобретать высокую устойчивость к низким и переменным температурам зависит от физиологического состояния растений и его генетической специфичности.

При снижении температуры осенью и зимой у плодовых деревьев происходит интенсивный гидролиз крахмала, в результате чего последний превращается в жиры и осмотически активные соединения, прежде всего в различные сахара, являющиеся защитными веществами (они ослабляют процессы денатурации белковых веществ при замораживании и стабилизируют структуру протоплазмы). В этот период начинается закаливание растений.

Процесс закаливания состоит из двух фаз (Туманов И. И., 1940, 1960). Первая фаза протекает при низких положительных температурах и сопровождается гидролитическими процессами. При закаливании происходят сложные изменения физиологического состояния растений: увеличивается водоудерживающая способность коллоидов, повышается содержание защитных веществ, белковые вещества протоплазмы в ходе частичного гидролиза превращаются в более стойкие к денатурации при воздействии мороза, уменьшается содержание наиболее легкообмениваемой и подвижной, свободной формы воды.

Электронномикроскопические исследования, проведенные О. А. Красавцевым и Г. И. Туткевичем (1970), показали, что при закаливании и замораживании растений одновременно с обезвоживанием увеличивается количество элементов эндоплазматического ретикулума, упорядочивается их размещение в клетке, повышается концентрация клеточного раствора, способствующего сближению активных центров макромолекул, и проницаемость мембран.

При закаливании происходит также упорядочение мембранной системы клетки, изме-

няется распределение воды между разными элементами протоплазмы и осуществляется структурная перестройка протопласта, способствующая повышению устойчивости к низким температурам. Согласно данным О. А. Красавцева (1972), у плодовых растений наиболее интенсивно проходит эта перестройка, характеризующая вторую фазу закаливания, при температуре минус 10—20 °С. Медленное охлаждение (закаливание) повышает морозоустойчивость растений, способствует образованию внеклеточного льда и увеличивает проницаемость протоплазмы.

Оттепели уменьшают положительное влияние закалки. При благоприятном сочетании метеорологических факторов и постепенном снижении температуры осенью и зимой растения могут вновь закалиться, а при резком снижении температуры, как правило, погибают.

Гибель растений от мороза — чрезвычайно сложный процесс, связанный с разрушением структуры протопласта. Первичные повреждения происходят в мембранах клеток (Самыгин Г. А., 1974). При воздействии низких температур содержимое клеток застудневает (Туманов И. И. и др., 1969), уменьшается размер петель пространственной сетки студня, а гель пропитывается защитными веществами.

Н. А. Максимов (1913) экспериментально показал, что при воздействии мороза вначале начинает замерзать вода, пропитывающая клеточные стенки, затем лед образуется в межклеточниках. Часто в погибших от мороза растениях клеточные стенки остаются неповрежденными. Причинами же гибели растений являются нарушение структуры протоплазмы, обусловленное совместным действием обезвоживания и механического давления льда, которое приводит к необратимому свертыванию коллоидных веществ протоплазмы и потере ею проницаемости: нарушаются осмотические свойства клетки, повышаются концентрация клеточного сока и его кислотность, способствующая коагуляции белковых веществ протоплазмы; усиливается действие анионов и катионов, в особенности водородного иона. Защитные вещества (сахара, жиры, спирты и др.) предохраняют белковые вещества от коагуляции, происходит лишь обезвоживание протоплазмы вследствие замораживания воды и наблюдается механическое действие льда на поверхностный слой протоплазмы.

В последнее время широко применяются различные криопротекторы — диметилсульфоксид, ноливинилпиролон, полиэтиленоксиды разной молекулярной массы, глицерин, смеси ДМСО с глюкозой, глицерином и другие, предотвращающие кристаллизацию воды в тканях при замораживании и обеспечивающие сохранение жизнеспособности отдельных клеток тканей, органов и других

организмов при воздействии низких и сверхнизких температур. Криопротекторы повышают зимостойкость яблони на 1—4 °, иногда до 15 °С (Ketchie, 1973; Соловьева М. А., Манк В. В., Шраго М. И. и др., 1977; Вейзер К. Дж., 1983).

Предотвращение кристаллизации воды в тканях при замораживании может обеспечить сохранение их жизнеспособности даже при продолжительном воздействии как низких, так и сверхнизких температур.

Повреждение цитоплазматических структур служит главным фактором, определяющим диапазон температур, при котором возможна культура той или иной породы и сорта плодовых растений.

Предполагается, что под влиянием низких температур происходят метастабильные изменения в какой-то самовоспроизводящей регуляторной системе клетки, которая, возможно, регулируется нуклеиновыми кислотами, однако прямого доказательства этому пока еще нет (Леопольд А., 1968).

При воздействии низких отрицательных температур образуются кристаллы льда разной формы и структуры в зависимости от того, где они образуются и каково физиологическое состояние растения. В живой клетке кристаллы льда могут образовываться вокруг гидрофобных и гидрофильных соединений и соответственно будут иметь разные структуры.

Лед, имеющий рыхлоупакованную структуру с кубической решеткой, вызывает сильное ее расширение. Обычная его структура гексогональная. Кристаллы льда с одинаковой решеткой при соприкосновении друг с другом могут соединяться и образовывать более крупные кристаллы. Кристаллы льда разного строения не могут соединяться, следовательно, повреждающее их действие различно. В растительных тканях различают два типа замораживания: в и т р и ф и к а - ц и я — переход в твердое состояние без упорядочения размещения молекул и к р и с т а л л и з а ц и я — переход в твердое состояние, при котором размещение молекул происходит в виде упорядоченных структур. В природе обычно встречается второй тип замораживания.

Наличие воды в клетках зимующих растений, особенности ее распределения и связь с компонентами клеточных структур предопределяют устойчивость растений к действию отрицательных температур. Образование льда при замораживании, сопровождающееся миграцией воды, приводит к изменению тепловых, механических и, наконец, биологических свойств растительного организма.

В зависимости от физиологического состояния клетки и степени проницаемости протоплазмы для воды изменяется характер образования льда. Последний может образовываться внутри клетки или в межклеточ-

ных пространствах (Самыгин Г. А., 1974; Красавцев О. А., 1972). У слабоморозоустойчивых растений лед образуется обычно внутри клеток, что приводит к необратимому нарушению структуры протоплазмы и гибели живых клеток.

При воздействии низких температур у растений возникают разнообразные и сложные ответные реакции. Механизм действия низких температур на живой организм, а также природа защитных реакций при этих воздействиях до настоящего времени остаются малоизученными.

Повреждение растений под действием низких температур связано с возникновением напряжения в цитоплазме. Развитие устойчивости к этим воздействиям, по-видимому, сопровождается такими изменениями в цитоплазме, которые замедляют движение воды, то есть устраняют главную причину напряжения, уменьшают образование и миграцию кристаллов льда. Повреждение протоплазмы возможно и при оттаивании льда, когда вода поступает в протоплазму и вызывает неравномерное ее растяжение.

Повреждение растений под воздействием низких температур в результате образования в тканях кристаллов льда имеет существенные сезонные различия, обусловленные интенсивностью ростовых процессов, степенью гидратации коллоидов, структурными изменениями цитоплазмы, энергетическим режимом, упрочением структуры клеточных стенок растений, накоплением запасных защитных веществ и другими изменениями.

Режимы охлаждения и оводненности тканей оказывают существенное влияние на процессы образования льда в тканях различных по морозоустойчивости растений и изменение степени устойчивости тканей к низким отрицательным температурам (Соловьева М. А., 1941, 1954, 1983).

Многие авторы подчеркивают, что адаптивные реакции, осуществляемые организмом как целостной системой в процессе воздействия температур, в том числе и низких, на клетки и ткани растений, предопределяют исход этих воздействий (Максимов Н. А., 1913, 1926; Туманов И. И., 1940; Соловьева М. А., 1941, 1967, 1974, 1983; Проценко Д. Ф., 1958; Генкель П. А., Окнина Е. З., 1964; Кушниненко М. Д., 1967; Красавцев О. А., 1972; Трунова Т. И., 1979; и др.).

В живых системах заложены определенные потенциальные возможности устойчивости к низким температурам. Это требует дальнейшего всестороннего изучения реакции растений на низкие и переменные температуры с целью установления оптимального уровня координационно-функциональной деятельности растительного организма при воздействии низких и переменных температур, комплексного решения проблемы повышения зимостойкости плодовых культур.

### Основные типы повреждений плодовых и ягодных культур низкими отрицательными температурами

К наиболее опасным зимним повреждениям надземной части плодовых деревьев во всех зонах страны относятся солнечные ожоги коры ствола и скелетных ветвей, морозобоины. В отдельные годы наблюдается повреждение корневой системы.

Степень и характер повреждений плодовых растений морозами в разные зимы неодинаковы. У одного и того же растения повреждения бывают разнообразны не только в разные, но и в одну и ту же зиму. Обусловлено это прежде всего физиологическим состоянием растений, условиями выращивания и сочетанием метеорологических факторов зимы и предшествующего ей лета. К широко распространенным типам зимних повреждений можно отнести повреждение коры, камбия и древесины ветвей, ствола.

Нередко наблюдается полная гибель надземной части растений до линии снежного покрова. Часто вымерзают плодовые почки у груши и косточковых, особенно у абрикоса, персика, черешни, вишни и сливы.

Повреждение корневой системы морозами наблюдается во всех районах Советского Союза, где снежный покров в зимнее время отсутствует или незначительный, а температура почвы на глубине 20—40 см опускается до минус 10—12 °C и ниже. Отсутствие снежного покрова в сочетании с сухостью почвы способствует ее глубокому промерзанию и повреждению корней молодых и плодоносящих деревьев яблони, груши, вишни, сливы и других плодовых культур.

В бесснежные или малоснежные зимы повреждаются либо полностью вымерзают растения земляники, а в зимы с резким колебанием температуры — насаждения малины.

Потенциальная морозоустойчивость растений малины достаточно высокая. В начале января при замораживании в холодильных камерах при постепенном снижении температуры (2°/час) до минус 54 °C сохраняются неповрежденными более 30 % цветковых почек, которые нормально распускаются и образуют цветки; при резком снижении температуры в этот период цветковые и ростовые

почки полностью погибают при температуре минус 30—26 °C и более высокой. Резкое снижение температуры в период наиболее высокой морозоустойчивости даже при исключении оттепелей приводит к гибели надземной части малины. Зимостойкость надземной части непостоянна в течение осенне-зимнего периода. С осени к первой половине января она возрастает, а во второй половине зимы заметно снижается. Повреждается морозами и затем засыхает прежде всего верхняя часть стебля и почки, расположенные на ней, затем кора стебля в средней и нижней частях, которая растрескивается и шелушится, при сильном повреждении отмирает надземная часть стебля. Нередки случаи и полной гибели растений.

Растения смородины характеризуются высокой потенциальной морозоустойчивостью, повреждаются или вымерзают они только в случае выращивания в условиях избыточной влажности почвы, засухи, неравномерного или ограниченного увлажнения либо же поражения листьев антракнозом, листьев и побегов мучнистой росой, а также при иных функциональных нарушениях.

#### ПОВРЕЖДЕНИЕ МОРОЗАМИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ

Корневая система плодовых деревьев характеризуется низкой морозоустойчивостью. Так, если надземная часть устойчивых сортов яблони зимой, при благоприятных условиях подготовки к зиме, может перенести, не повреждаясь, температуру минус 41—42 °C и ниже, то корневая система большинства плодовых культур повреждается при температуре минус 10—12°, иногда минус 16 °C.

Степень морозоустойчивости корней плодовых деревьев непостоянна в течение осенне-зимнего и зимне-весеннего периодов. В эти периоды изменяется также последовательность в устойчивости отдельных тканей.

Если зимой корни плодовых деревьев повреждаются при температуре 10—16 °C мороза, то осенью они могут пострадать и при менее низкой температуре. Например, корни

сеянцев яблони лесной и груши лесной осенью начинают повреждаться при минус 3,5 °С. С конца сентября — начала октября устойчивость корней начинает повышаться и достигает максимума в декабре — январе, а в конце марта — апреле она резко снижается.

Осенью корни часто повреждаются при запоздалой выкопке или же во время осенней транспортировки при снижении температуры окружающего воздуха до минус 3,5—6 °С и ниже. Осенью и в конце зимы наименее устойчивыми тканями корней являются кора, камбий и клетки камбиальной зоны; в зимнее время эти ткани более устойчивы, чем клетки первичной и вторичной ксилемы. В начале октября клетки камбия и вторичной флоэмы корней большинства плодовых пород повреждаются при температуре минус 3,5°, а в конце октября — начале ноября — при минус 5,7—6,2 °С. При повреждении коры и камбия корней раннеосенними заморозками на поверхности коры появляется плесень. Растения, на коре корней которых появилась плесень, непригодны для посадки. Плесень — признак гнили корней. В зимнее время гибель камбия, клеток камбиальной зоны и вторичной флоэмы тканей у корней яблони происходит при температуре от 10 до 12° мороза, а у более устойчивых форм — при минус 16 °С. В конце февраля — марте корни теряют и без того невысокую морозоустойчивость и повреждаются при температуре 7,5—8 °С мороза. В конце зимы, как и осенью, у корней повреждаются прежде всего камбий, клетки камбиальной зоны и вторичная флоэма, клетки ксилемы остаются неповрежденными. Устойчивость клеток первичной и вторичной ксилемы корней плодовых растений к низким температурам более стабильна. Они подвержены значительно меньшим изменениям под действием мороза, чем клетки камбия и флоэмы. Древесина повреждается обычно при температуре минус 10—12 °С.

Как уже указывалось, характер повреждения корневой системы в разные годы неодинаковый. У сеянцев, саженцев и взрослых деревьев может быть повреждена древесина корней при полной сохранности коры, камбия и клеток камбиальной зоны. Чем тоньше пробковый слой на корнях, тем сильнее они повреждаются. Когда повреждена древесина корней, а кора и камбий здоровы, листья распускаются позднее, чем обычно, рост деревьев ослаблен. В первый год после повреждения листья имеют светло-зеленую окраску, часто меньших размеров. У плодоносящих деревьев осыпаются плоды. При сильном повреждении древесины корней растения плохо восстанавливаются.

У молодых и взрослых плодоносящих деревьев, а также у сеянцев и саженцев наблюдается повреждение морозами древесины корней у корневой шейки и ниже при сохранности коры и клеток камбиальной зоны.

При таком типе повреждения растения могут восстанавливаться при выращивании их в условиях оптимального увлажнения.

Встречается иной тип повреждения — у корневой шейки корни здоровые, а глубже, на расстоянии 7—11 см от нее, отдельными локализованными участками повреждены кора и камбий корней. На поврежденных участках коры появляется плесень. Еще глубже, на расстоянии 11—17 см от корневой шейки, корни здоровые или имеют незначительное повреждение древесины. Мелкие мочковатые корни в верхних слоях почвы полностью погибли. При таком типе повреждения сеянцы и саженцы не восстанавливаются. При сильном повреждении коры и камбия корневой системы у молодых деревьев могут распуститься почки, образоваться листья, могут даже зацвести, а затем растения засыхают.

Повреждение коры и камбия как у молодых, так и у взрослых растений — наиболее опасный тип повреждений корней. При таком типе повреждения коры у деревьев яблони отстает от древесины и снимается хлопьями, на коре ствола появляются ожоги коричневатого-оранжевого цвета, у сеянцев и саженцев в зимней прикопке кора с корней сползает чулком, оголяя древесину. Растения с таким типом повреждения погибают в первый год после суровой зимы: весной или в середине лета независимо от влажности почвы и питания. У сохранившихся сильно поврежденных деревьев в последующие годы уменьшается прирост. Когда же часть основных корней вымерзла полностью, прирост растений очень слабый или совсем отсутствует.

В случае сильного повреждения вегетативно размноженных подвоев яблони и айвы растения могут восстанавливаться за счет образования новых корней вблизи корневой шейки.

При выращивании растений с частично поврежденной корневой системой в условиях постоянного равномерного оптимального увлажнения, когда вымерзают отдельные более тонкие корни, а ниже корневой шейки сохранились неповрежденными участки коры и часть корней разного диаметра, то на неповрежденных участках происходит интенсивное образование новых корней — растения хорошо восстанавливаются; при выращивании в условиях ограниченного или неравномерного увлажнения растения растут слабо и в последующие годы частично или полностью засыхают.

По интенсивности окраски листьев в первый год после суровой зимы можно безошибочно определить степень повреждения корневой системы: при слабом повреждении коры и камбия и значительном повреждении древесины листья светло-зеленые, при сильном повреждении коры корней они мелкие, по краям коричневые, побеги тонкие.

Пожелтение листьев при повреждении

корней морозами, как и при засухе или избыточном увлажнении, обусловлено подавлением синтеза кинетина или аналогичных ему соединений, которые синтезируются в корнях растений и оттуда транспортируются в листья и молодые побеги, активизируя синтез белка. При угнетении роста корней, вызываемого иными факторами, листья обычно начинают желтеть вследствие распада белка и связанного с этим выцветания хлорофилла.

С увеличением степени повреждения корневой системы молодых и плодоносящих деревьев прирост их уменьшается, листья образуются в нижней части дерева, на стволе вместо побегов часто появляются мелкие листья с явными признаками хлороза, типа розеточных. Во второй половине лета они опадают, на деревьях остаются крупные плодовые почки. Верхние побеги и ветви засыхают, а отдельные скелетные ветки и ветки первого порядка отмирают, деревья начинают суховершинить, а затем погибают.

При сильном повреждении корневой системы плодоносящих деревьев, где камбий и клетки камбиальной зоны вымерзли, растения погибают. Если хотя бы на отдельных участках корней кора и камбий остались здоровыми, образуются новые корни, растения не погибают, но растут слабо. В тех случаях, когда повреждены концы корней второго порядка, прирост растений бывает слабым, листья становятся красновато-желтыми и осыпаются задолго до конца вегетации, в конце сентября — начале октября у них изменяется окраска коры, побегов и ветвей, кора приобретает светло-коричневый цвет.

Характер проявления повреждения корневой системы у груши иной, чем у яблони. На мертвых корнях груши через год после повреждения морозами внешние признаки повреждения корней отсутствуют: кора на них гладкая, плотно прилегает к древесине. Повреждение можно обнаружить, только сделав поперечные и продольные срезы корней. Поврежденные ткани на срезах имеют темно-коричневую окраску. Неодинаковой морозоустойчивостью характеризуются корни различных плодовых пород. Из семечковых наименее морозоустойчивы корни айвы, груши лесной и некоторых форм яблони лесной, наиболее морозоустойчивы сеянцы яблони китайки, некоторые сорта яблони летнего и осеннего сроков созревания (Боровинка, Антоновка обыкновенная). Из косточковых наиболее морозоустойчивы сеянцы антипки и абрикоса. Саженьцы сливы, абрикоса и даже персика, привитые на сеянцах абрикоса, сохраняются неповрежденными в бесснежные суровые зимы, а привитые на алыче — вымерзают.

Корни антипки не имеют признаков повреждения при температуре почвы минус 22—23 °C на глубине узла кущения злаковых культур, минус 15,5° на глубине 20 и минус 12,8° на глубине 40 см, в то время как

корни большинства саженцев плодовых пород сильно повреждаются при этих и даже более высоких температурах.

Корни антипки более морозоустойчивы, чем корни яблони лесной и сеянцев культурных сортов. Наиболее морозоустойчивые формы китайки приближаются по степени устойчивости к антипке.

Критическими температурами в зимнее время для корней большинства подвоев молодых растений яблони являются температуры 10—12 °C ниже нуля. Некоторые наиболее устойчивые формы могут выдерживать морозы до 16 °C и ниже, груши и черешни 9—10, айвы — 8—9, персика — 10—11, абрикоса — 12—14, антипки — 15—16, земляники — 13—16 °C. Корневая система смородины и крыжовника может перенести не повреждаясь, температуру до минус 18 °C.

Зная критическую температуру гибели корневой системы, температуру и глубину промерзания почвы, в зимнее время можно прогнозировать размеры повреждения корневой системы в том или ином районе и своевременно провести мероприятия по оздоровлению поврежденных морозом насаждений.

Характер повреждения корней зависит от скорости снижения температуры и времени воздействия ее на корневую систему. При резком снижении температуры наблюдается сильное повреждение прежде всего коры и камбия даже в тот период, когда клетки этих тканей более устойчивы, чем древесина. Сердцевина у корней, кроме вегетативно размножаемых подвоев, обычно отсутствует.

Степень повреждения корней зависит от наличия снежного покрова, его высоты, типа почвы, системы ухода за ней в саду и т. д. На легких супесчаных почвах корни плодовых деревьев повреждаются сильнее, чем на более плодородных, богатых органическими веществами. Песчаные почвы имеют большую теплопроводность, быстрее и на большую глубину промерзают, чем суглинистые; влажные промерзают медленнее, чем сухие. После засушливых лета и осени повреждение плодовых деревьев, особенно их корней, усиливается. В районах недостаточного увлажнения политые деревья лучше зимуют и меньше повреждаются морозами.

В зависимости от системы содержания почвы в саду глубина и температура ее промерзания неодинаковы. Хорошо разрыхленная почва промерзает медленнее и на меньшую глубину, чем уплотненная.

Мульчирование почвы (торфом, перепревшей соломой, перегноем) и окучивание деревьев хорошо предохраняют корневую систему растений от вымерзания. Внесение высоких норм органических удобрений, а также избыточное увлажнение приводят к повреждению и гибели корневой системы. При внесении высоких норм органических удобрений гибнут прежде всего кора, камбий и клетки камбиальной зоны не только обра-



стающих, но и скелетных корней, затем гибнет все растение.

При избыточной влажности почвы вследствие ухудшения аэрации и повреждения корневой системы подавляются ростовые процессы и наблюдается ограниченное поступление воды и минеральных веществ в растение, поглотительная способность корней снижается в 2—3 раза по сравнению с корневыми системами деревьев, растущих в условиях оптимального увлажнения. При повреждении корневой системы в одних случаях происходит отмирание только всасывающих корней или же понижается их поглотительная способность, в других — отмирают всасывающие корни и повреждаются паренхимные клетки проводящих тканей (часто в клетках последних образуется вещество типа индиги, имеющее сине-фиолетовую окраску), в третьих — происходит гибель корней и всего растения.

При избыточной влажности восстановительная активность тканей снижается, происходит смещение рН клеточного сока в кислую сторону, ухудшается состояние биокolloидов протоплазмы. Изменяется пигментация листьев, на них появляются некрозы. При ограниченном и переменном увлажнении угнетаются ростовые процессы, подавляется образование поглощающих и развитие проводящих корней.

На степень повреждения корневой системы плодоносящих деревьев оказывает влияние привой и прежде всего его физиологическое состояние: при повреждении штамба морозобоинами и солнечными ожогами морозоустойчивость корневой системы резко снижается. Более низкая ее морозоустойчивость отмечается также при несовместимости привоя с подвоем.

Обильный урожай в год, предшествующий суровой зиме, снижает морозоустойчивость корневой системы. У молодых деревьев она отличается повышенной регенерационной способностью, у плодоносящих — пониженной.

Восстановление плодоносящих деревьев возможно в тех случаях, когда повреждены только мелкие, мочковатые корни в верхних слоях почвы, а проводящие здоровые или же у них повреждена древесина, а камбий, клетки камбиальной зоны и кора здоровые или повреждены частично. При сильном повреждении камбия, клеток камбиальной зоны и коры дерева погибают в первый или последующий после суровой зимы год.

## **ПОВРЕЖДЕНИЕ МОРОЗАМИ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ**

Надземная часть плодовых деревьев в садах и саженцев в питомниках повреждается морозами не только в северных, но и в южных районах страны. Степень и характер повреждения весьма разнообразны и изме-

няются в зависимости от условий выращивания и сочетания метеорологических факторов. Характер повреждения зависит также от биологических особенностей сорта, возраста растений и продолжительности воздействия низкой температуры.

Наиболее часто повреждаются морозами саженцы в питомниках, а также молодые деревья в садах в первые годы после посадки. Меньше повреждаются деревья, вступившие в пору плодоношения, в возрасте 10—12 лет, сильнее — взрослые плодоносящие деревья. Однако бывают случаи, когда деревья в 7—13-летнем возрасте вымерзают, а 3—5- и 40-летнем сохраняются, как это было отмечено в зиму 1971/72 г. в садах колхозов и совхозов Винницкой, Хмельницкой и других областей Украины. Яблони сортов Пармен зимний золотой, Джонатан, Кальвиль снежный, Ренет Симиренко, Ренет ландсбергский в возрасте 7—13 лет дали обильный урожай в год, предшествующий суровой зиме, сильно повредились и в последующие годы резко снизили урожайность. Часть этих деревьев погибла, в то время как более молодые и 40-летние деревья остались неповрежденными или были повреждены в слабой степени.

Характер и степень повреждения надземной части разных плодовых пород в одну и ту же зиму и в разные зимы неодинаковы. По степени морозоустойчивости породы располагаются следующим образом: из семечковых — яблоня, груша, айва; из косточковых — вишня, слива, черешня, абрикос, персик. Такой порядок в устойчивости отдельных пород не всегда сохраняется. В зависимости от сочетания метеорологических факторов лета, осени и зимы, условий выращивания и физиологического состояния растений порядок расположения пород в отношении их устойчивости к низким и переменным температурам может быть иным. Так, в зимы 1965/66, 1971/72 гг. сильно повредились деревья яблони осенне-зимних сортов, часть из которых вымерзла полностью, сохранились неповрежденными или были повреждены в слабой степени деревья груши и сливы. Более сильная степень повреждения деревьев яблони обусловлена продолжительной деятельностью камбия: у яблони активная деятельность камбия заканчивается на 14—36 дней позже, чем у груши. В зимы, когда состояние камбия в осенний период предопределяет исход перезимовки плодовых деревьев, менее морозоустойчивые породы, характеризующиеся более короткой продолжительностью активной деятельности камбия, повреждаются слабее, чем более морозоустойчивые в целом породы, но отличающиеся более продолжительной деятельностью камбия.

В суровые зимы нередки случаи вымерзания деревьев косточковых пород до линии снежного покрова. Наиболее часто у них вымерзают плодовые почки, плодовые веточки и концы однолетних побегов. Верхняя часть по-

бегов и ткани, расположенные под почками (листовые следы) повреждаются сильнее, чем другие части побега. У косточковых пород, особенно у абрикоса, наблюдается кольцевое повреждение коры вокруг корневой шейки и в средней части ствола.

У семечковых пород повреждаются не закончившие рост побеги, плодовые сумки, стволы и развилки. Наименее морозоустойчивыми являются побеги и плодовые веточки с хорошо развитой сердцевинной. Клетки сердцевинны характеризуются низким содержанием углеводов, белков, фенольных соединений и минеральных веществ. В процессе роста побегов у отдельных пород она часто разрушается.

Развитие сердцевинны в побегах может служить одним из морфологических признаков степени морозоустойчивости растений или отдельных органов.

### **МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ СТВОЛА, ВЕТВЕЙ И КОРНЕЙ**

Ствол и корень формируют целостную структуру растений. По анатомическому строению, характеру роста и выполняемым функциям они имеют общие особенности и различия.

Корни большинства сеянцев подвоев не имеют сердцевинны, а кора их сбрасывается в ходе вторичного роста. Сердцевина четко обнаруживается лишь у корней айвы и некоторых вегетативно размножаемых подвоев. В побегах, ветвях, стволах и плодовых образованиях сердцевина хорошо развита. В зимнее время она является наиболее чувствительной к морозам. Однако повреждение и даже полная гибель сердцевинны не имеет значения для последующих процессов жизнедеятельности плодовых деревьев. Во внутренних клетках сердцевинны протопласт отсутствует, многие из них отмирают к концу лета. Периферические клетки сердцевинны, граничащие с ксилемой (перимедулярной зоной), живые. В них откладывается крахмал, редко используемый растением.

Степень морозоустойчивости надземной части растения, как и корневой системы, подвержена сезонным изменениям. Диапазон температур, при котором происходят изменения, у надземной части значительно шире, чем у корневой системы. Он находится в пределах от 0,5—1,3 °C в период весенних заморозков до 42 °C и ниже зимой. С осени степень морозоустойчивости плодовых деревьев повышается, а к концу зимы снижается. Критические температуры гибели разных пород в зимнее время колеблются от минус 22—24 до минус 42 °C и ниже. Наиболее устойчивые сорта яблони в период глубокого покоя при хорошей подготовке их к зиме повреждаются при температуре минус 42—48 °C. При раннеосенних морозах или резких колебаниях температуры в середине зимы морозо-

устойчивость деревьев резко понижается даже у наиболее устойчивых сортов; у районированных по Украинской ССР сортов груши, сливы и вишни цветковые почки вымерзают при температуре минус 32—36 °C, в отдельные годы они повреждаются при температуре минус 26—30, черешни — минус 26—32 (или при минус 24—28 °C), абрикоса минус 24—28 (после сухого лета или после поражения деревьев *Monilia laxa* минус 23—24), персика — минус 22—26 °C. При неблагоприятных условиях подготовки растений к зиме критические температуры гибели могут быть более высокими. Эти данные дают возможность определить границы распространения той или иной породы при сопоставлении абсолютных минимальных и критических температур гибели деревьев. При резких колебаниях температуры во второй половине зимы или же при внезапных морозах осенью плодовые деревья могут повреждаться и даже гибнуть при температуре 16—25 °C ниже нуля.

Кроме хорошо заметных, часто бывают повреждения, которые можно обнаружить только на поперечных и продольных срезах. К ним относится повреждение клеточной флоремы, камбия, камбиальной зоны, древесины и сердцевинны ветвей, ствола, корней.

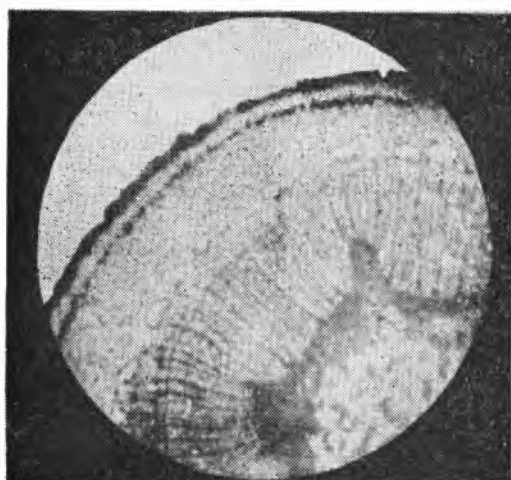
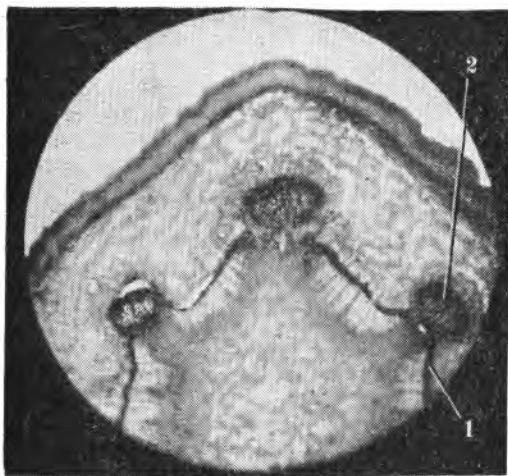
Поврежденные морозом ткани обычно имеют бурую или коричневую окраску. Изменяется окраска их не сразу после воздействия низкой температуры, а спустя 20—30 дней осенью или в начале зимы и 5—10 дней в начале весны и в конце зимы.

При воздействии низких температур на растущие части (во время заморозков или при замораживании в холодильной камере) повреждение может быть обнаружено через несколько часов. Неповрежденные сердцевинны, древесина и камбий сохраняют белый или светло-серый цвет, а кора — зеленоватый.

По интенсивности побурения и размеру повреждения ткани определяют степень повреждения. Ткани буреют также при поражении растений болезнями и повреждении вредителями, однако эти повреждения в большинстве случаев можно отличить от морозных. Поврежденные морозом клетки и ткани изменяют свои функции и структуру.

Анатомические и гистохимические исследования показывают, что в побуревшей древесине трахеи и трахеиды полностью или частично заполняются веществами бурого цвета типа пектиновых камедей. Образование их происходит в основном за счет крахмала живых клеток, из которых они впоследствии попадают в сосуды.

При превращении крахмала в камедь дерево лишается значительной части запасных питательных веществ. Закупорка сосудов камедью затрудняет продвижение питательных веществ и воды. Деревья яблони погибают, если у них закупорено больше 50 % сосудов. Для нормальной жизнедеятельности плодовых растений необходимо, чтобы большая



2. Повреждение побега яблони сорта Антоновка обыкновенная при замораживании: сверху — верхняя часть побега, повреждены камбий (1) и листовые следы (2); внизу — средняя часть побега повреждений не имеет.

часть сосудов оставалась незакупоренной до тех пор, пока камбием не будет образован новый слой древесины (Steinmetz F. H., Hilborn M. T., 1937). Стенки клеток поврежденных морозом тканей подвергаются изменениям, резко снижающим механическую прочность древесины.

Побурение древесины груши при зимних повреждениях, как известно, вызывается не образованием камеди, а иными превращениями углеводов и образованием дубильных веществ. Поврежденные морозом клетки коры, камбиальной зоны и древесины побегов и ветвей в процессе роста светлеют. Хорошо заметное весной или в начале лета побурение тканей к концу лета довольно часто исчезает, наблюдается так называемая резорбция. При сильном повреждении древесины у груши потемнение тканей сохраняется.

Ветви и стволы с сильно подмерзшей древесиной становятся хрупкими, теряют прочность, отламываются отдельные скелетные ветви и даже разламываются стволы, на последних часто поселяются различные грибы и образуются дупла. На поперечных срезах ветвей отчетливо видны здоровые и поврежденные морозами годовичные слои древесины. По этим слоям можно определить годы и размеры повреждений древесины морозами.

Наиболее физиологически активным является самый молодой годичный слой древесины, прилегающий к камбию. С возрастом древесина теряет свои функции проводящей системы, клетки теряют воду и постепенно в них исчезает крахмал, ослабляется деятельность ферментов и нарушается контроль, регулирующий процесс жизнедеятельности клетки.

Морозоустойчивость различных тканей надземных органов, как и корневой системы, непостоянна в разные периоды глубокого и вынужденного покоя. Наиболее подвержена сезонным изменениям морозоустойчивость камбия, клеток камбиальной зоны, коры ветвей и ствола, менее изменчивы клетки древесины (рис. 2—6). Клетки древесины образуют сложную в структурном и функциональном отношении ткань, состоящую из живых и мертвых клеток (трахеид и члеников сосудов) проводящих воду, в сердцевинных лучах и отдельных паренхимных клетках ксилемы откладываются запасные вещества. Клетки ксилемы характеризуются пониженной метаболической активностью по сравнению с клетками флоэмы и камбия. В них сосредоточены так называемые эргастические вещества — крахмал, гемицеллюлоза, пектиновые и другие вещества, характеризующиеся высоким содержанием воды и упорядоченным расположением ее молекул. У древесных плодовых растений процесс крахмалообразования имеет сезонные различия и связан с активностью протопластов, гидролитических ферментов и физиологическим состоянием растений. Содержание крахмала и других углеводов существенно изменяется в разные периоды вегетации и покоя — увеличивается в коре ветвей и ствола осенью, а зимой при снижении температуры и усиливающих гидролитических процессах в коре ветвей зимостойких сортов крахмал исчезает быстрее, чем у слабозимостойких, затем вновь появляется весной.

При сильном повреждении древесины ветвей и ствола морозами у растений ослабевают ростовые процессы, резко снижается последующая зимостойкость и продуктивность, на коре появляется сажистый налет. Наличие такого налета является хорошим морфологическим признаком для определения подмерзания древесины у деревьев яблони и груши (Соловьева М. А., 1958).

Повреждение древесины ствола и ветвей морозом определить сразу трудно. В зависи-

мости от водного режима и типа почвы, уровня минерального питания, рельефа местности и биологических особенностей сорта реакция на подмерзание проявляется в разной степени и не в одно и то же время.

Нередко у деревьев с поврежденной древесиной в результате нарушения деятельности проводящей системы наблюдается мелколистность, хлороз и млечный блеск. В последующие суровые зимы такие деревья могут вымерзнуть. При повреждении надземной части растений обычно снижается зимостойкость корневой системы.

Саженцы яблони, груши, сливы и вишни со слабо- и среднеповрежденной древесиной в условиях оптимального увлажнения могут нормально развиваться. При ограниченной же влажности почвы они растут плохо и в последующие зимы вымерзают. У саженцев с сильно подмерзшей древесиной в нижней части ствола пробуждаются спящие почки и образуются побеги, которые усиленно ветвятся, приобретая вид куста. Такие растения теряют производственную ценность. У некоторых деревьев в саду, а также у саженцев, древесина ствола которых была повреждена морозом в сильной степени, на второй и третий годы после суровой зимы начинают появляться ожоги и морозобоины.

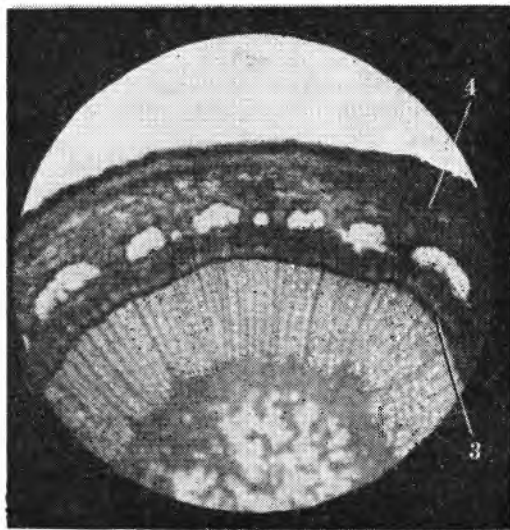
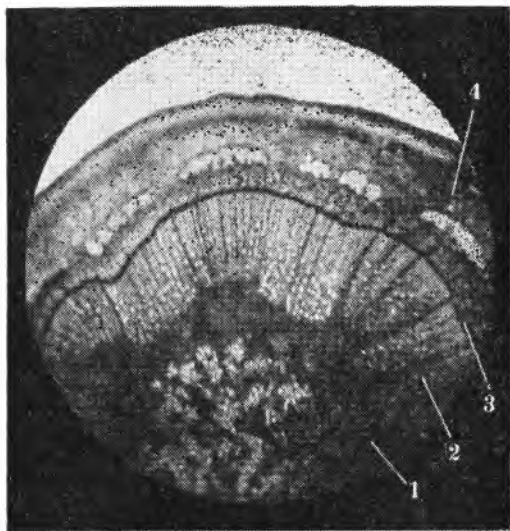
При повреждении древесины скелетных ветвей и ствола процессы регенерации у разных сортов происходят неодинаково. Не у всех сортов размер поврежденной ткани остается таким же, как и в год повреждения. У одних зона повреждения древесины расширяется (Ренет Симиренко, Кальвиль снежный, Бойкен, Пармен зимний золотой, Ренет ландсбергский, Августовское и др.), у других она как бы локализуется, остается такой же, какой была в год повреждения (Мекинтош, Пепинка литовская и др.), т. е. образуется изолирующий слой, предохраняющий от распространения повреждения. У деревьев, древесина которых повреждена в сильной степени, не только ухудшается водный режим, но и изменяется направленность деятельности ферментных систем, кроме того активизируется дыхание, особенно в зимнее время, и снижается последующая зимостойкость деревьев. Саженцы, у которых повреждена древесина (больше 50 % общей площади среза), а кора ствола имеет сажистый налет, непригодны для посадки в сад. Если такие растения повреждены в питомниках, их необходимо срезать на повторный рост, а растения более старшего возраста — выкорчевать, заменив здоровыми.

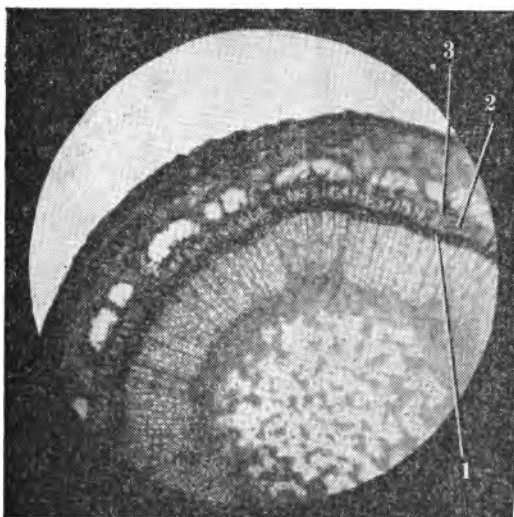
Повреждение камбия надземных органов плодовых деревьев наблюдается часто. Оно приводит к структурным и функциональным изменениям физиологических процессов. При повреждении морозом камбия клетки вторичных ксилемы и флоэмы не образуются, ухудшается оводненность тканей, нарушается поступление органических и минеральных ве-

ществ в растение. Камбий обычно возникает из прокамбия и характеризуется сезонными морфологическими и функциональными изменениями. Относится к латеральным меристемам с тангентальным типом деления клеток, образующим вторичные проводящие ткани. Располагается между ксилемой и флоэмой и имеет два типа клеток: удлиненные с заостренными концами — веретеновидные (прозенхимные) инициалы и с несколько меньшими по размеру клетками лучевых инициалей, отличающихся своими функциями и строением.

Веретеновидные инициалы образуют элементы ксилемы и флоэмы, лучевые являются предшественниками образования клеток лу-

3. Повреждение побега яблони сорта Ренет ландсбергский при замораживании: сверху — в период вынужденного покоя, повреждены сердцевина (1), частично древесина (2), камбий (3) и кора (4); внизу — в конце периода вынужденного покоя, погибли камбий (3) и кора (4).





4. Повреждение наиболее молодого годичного кольца (1) древесины у яблони сорта Ренет ландсбергский при замораживании; образование нового слоя древесины (2) произошло в летний период в результате деятельности камбия (3).

чевой или поперечной системы ксилемы и флоэмы.

В период активного роста камбиальные клетки сильно вакуолизируются, стенки клеток и слой протоплазмы утончаются, вязкость ее уменьшается, обнаруживается быстрое движение протоплазмы внутри клеток. В этот период камбий трудно различим — он сливается с клетками камбиальной зоны.

Инициали и их производные образуют зону меристематических клеток, располагающихся в виде правильных радиальных рядов, называемых камбиальной зоной. Мелкие меристематические клетки камбиальной зоны увеличиваются в размере, дифференцируются с образованием ксилемы и флоэмы.

Камбиальную активность предопределяет физиологическое состояние растений. В период активной деятельности камбия наблюдается легкое отделение коры от древесины. Если деление клеток и дифференциация тканей в камбиальной зоне приостанавливается, кора перестает отделяться от древесины.

В период покоя камбий легко можно обнаружить на границе между флоэмой и ксилемой. В этот период камбиальные клетки обычно заполнены протоплазмой с замедленным движением и повышенной вязкостью. В них появляются масла, исчезающие в период активной деятельности камбия.

Установлена сезонная периодичность активной деятельности камбия. Начало ее в Лесостепи и на Полесье Украины отмечено в первой, иногда во второй декаде апреля. У различных пород и сортов плодовых деревьев

существенных различий в начале активной деятельности камбия не имеется.

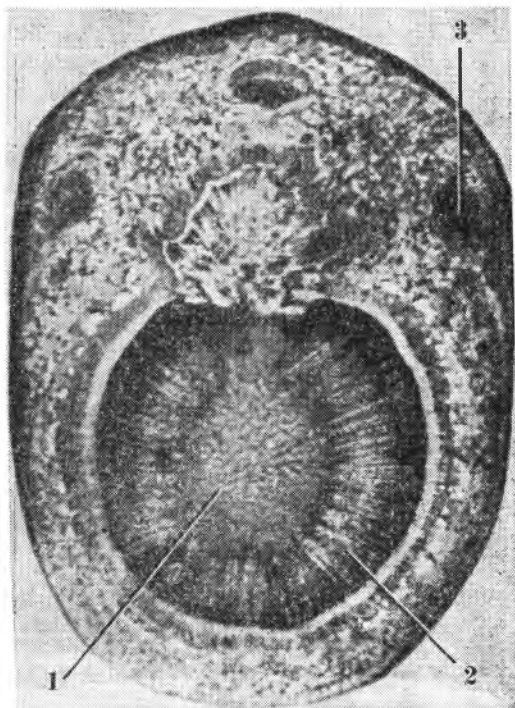
При неблагоприятном сочетании метеорологических факторов и плохих условий выращивания активная деятельность камбия прерывается, а при нормализации условий вновь восстанавливается; древесина в такие годы образует два кольца, одно из которых ложное, или множественное. Годичные кольца обычно отчетливо видны на поперечных срезах ветвей и ствола.

Активная деятельность камбия раньше заканчивается у однолетних ветвей и позже — у основания ствола и в развилках. Разница в окончании активной деятельности камбия в разных органах одного и того же растения составляет от 5—11 до 38 и более дней. Более короткой камбиальной деятельностью в пределах одной породы отличаются морозоустойчивые сорта.

У зимостойких сортов яблони активная деятельность камбия в однолетних побегах заканчивается во второй половине августа, иногда в начале сентября, а у слабиозимостойких — во второй половине сентября или во второй и даже третьей декаде октября. Разница в окончании этой деятельности у разных по зимостойкости сортов составляет 49—50 и даже 74—76 дней.

У груши и вишен активная деятельность камбия часто заканчивается в более ранние сроки, чем у самых зимостойких сортов яблони. Следовательно, в годы, когда повреждение

5. Поврежденные при замораживании побеги груши сердцевина (1), древесина (2) и листовые следы (3) (фото А. Д. Чижа).





плодовых деревьев наблюдается при наступлении раннеосенних морозов и бывает обусловлено гибелью клеток камбия, дерева груши, отличающиеся намного меньшей морозоустойчивостью в зимнее время по сравнению с яблонями, повреждаются слабее или совсем не повреждаются. В этот период однолетние ветви более морозоустойчивы, чем 3—4-летние ветви и стволы, особенно у молодых деревьев.

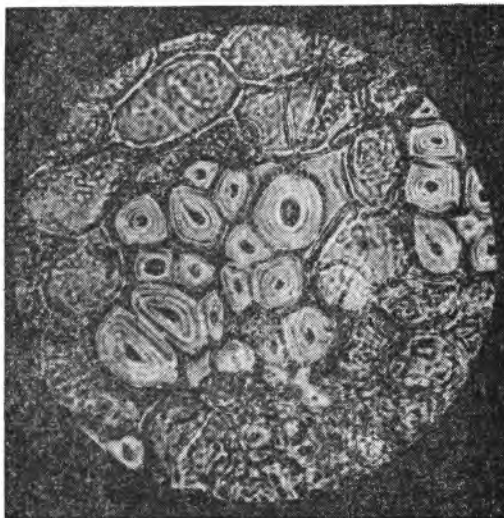
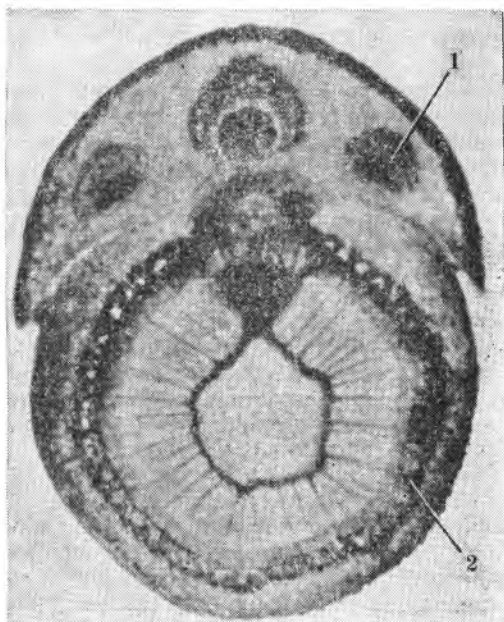
В различных частях побега активная деятельность камбия заканчивается неодновременно: в междоузлиях раньше, возле почек — позже.

В конце зимы — начале весны у более морозоустойчивых сортов камбий часто начинает возобновлять активную деятельность раньше, чем у менее устойчивых к морозу. При резком снижении температуры в конце февраля — марте наблюдается повреждение камбия, клеток камбиальной зоны и коры побегов и ветвей у морозоустойчивых сортов, а у неморозоустойчивых они не повреждаются.

На продолжительность активной деятельности камбия и степень его морозоустойчивости большое влияние оказывают водный режим, оводненность тканей и уровень обеспеченности растений минеральными веществами, особенно азотом, калием и кальцием. Калий и кальций способствуют сокращению активной деятельности камбия и снижению интенсивности дыхания зимой, оказывают влияние на углеводный метаболизм, способствуют повышению содержания запасных резервных углеводов и олигосахаридов. Марганец и бор как бы стабилизируют степень устойчивости этих тканей в конце зимы (Соловьева М. А., Оканенко А. С., 1970).

Камбий и клетки камбиальной зоны отличаются высокой степенью метаболической активности. Камбий — одна из наиболее жизненно необходимых постоянно возобновляющихся тканей. При сильном повреждении клеток камбия стволов и развилочек, угнетаются ростовые процессы, изменяется окраска и размеры листьев и плодов. Листья образуются мелкие, светло-зеленые, по краям усыхают. Засыхают также и недоразвитые плоды. К осени деревья с сильным повреждением камбия ствола и развилочек засыхают. Если камбий ветвей сильно поврежден, сначала на коре появляются различные красновато-желтые пятна и трещины, которые, увеличиваясь в размере, приводят к гибели отдельных ветвей или всего дерева. При повреждении камбия ветвей кора у деревьев отмирает чаще на нижней стороне их, у саженцев — в средней части ствола.

Устойчивость камбия и клеток камбиальной зоны в зависимости от уровня минерального питания, оводненности тканей, обрезки и других агротехнических приемов может существенно изменяться. Избыточное азотное удобрение, как и неравномерное увлажнение



6. Вверху — повреждение листовых следов (1) и паренхимных клеток флоэмы (2), окружающих склеренхиму. Внизу — клетки склеренхимы в увеличенном размере (фото А. Д. Чижана).

или переувлажнение почвы, резко снижают устойчивость камбия к низким и переменным температурам в осенне-зимний и зимне-весенний периоды. Сильная обрезка весной или обрезка недостаточно устойчивых сортов в зимнее время приводит к затяжному росту и обуславливает снижение морозоустойчивости камбия и клеток камбиальной зоны, вследствие чего увеличивается возможность повреждения этих тканей морозами в разные периоды осени, зимы и весны. Окончание активной деятельности камбия сопровождается усилением биосинтеза антоцианов.



## **ПОВРЕЖДЕНИЕ КОРЫ СТВОЛА И СКЕЛЕТНЫХ ВЕТВЕЙ**

Кора является компонентом гетерогенных тканей и выполняет функции проводящей системы. Паренхимные клетки ее синтезируют и накапливают различные вещества. Они образуют радиальные лучи и вертикальные ряды живых клеток во флоэме.

Повреждение коры плодовых деревьев морозами имеет разнообразный характер, проявляется в виде небольших, вначале малозаметных пятен или трещин. Часто повреждаются не только наружные слои клеток коры, но и ее внутренние элементы, в результате чего происходит необратимая деструкция пластид, их агглютинация и другие сложные структурные изменения протоплазмы.

Под влиянием низких критических температур в зимний период разрушается структура хлоропластов, набухают стромы и одновременно разрываются их оболочки. Наблюдается изменение свойств цитоплазмы. Нарушение проницаемости ее тонопластной мембраны вызывает диффузию вакуолярного содержимого по всему объему клетки. Данное явление, как отмечает А. В. Брайон (1973), необратимо и приводит или к отмиранию отдельных участков коры ветвей либо к полному повреждению хлорофиллоносных клеток многолетних ветвей и ствола плодовых растений.

Осенью и ранней весной, когда при резких колебаниях температуры повреждаются камбий и клетки камбиальной зоны, клетки вторичной флоэмы и паренхимные клетки коры, окружающие склеренхиму, клетки ксилемы, сохраняются неповрежденными.

В зимнее время клетки первичной и вторичной флоэмы более устойчивы, чем клетки ксилемы. Но не все клетки флоэмы одинаково устойчивы. Наименее устойчивы клетки, окружающие склеренхиму, наиболее устойчивы клетки вторичной флоэмы и камбиальной зоны. Склеренхимные клетки встречаются как в виде тканевых компонентов, так и небольшими группами. Это непаренхимные клетки, имеющие многогранную форму. У груши и яблони они выполняют механическую функцию. Склеренхимные клетки имеют толстые вторичные оболочки, расположенные в виде прерывающейся цепочки в зоне клеток вторичной флоэмы. Клетки склеренхимы лишены протопластов, в связи с чем и функциональная деятельность их ограничена.

В коре при морозных повреждениях иногда наблюдается процесс преобразования паренхимных клеток в эмбриональные с последующей их дифференциацией.

Клетки флоэмы отличаются более высоким уровнем метаболической активности и функциональной специализации, чем клетки ксилемы. Они характеризуются более высоким содержанием органических и минераль-

ных веществ. Это сложная в физиологическом значении ткань, выполняющая разнообразные функции. Паренхимные клетки флоэмы яблони, абрикоса и других плодовых культур со второй половины лета, в период подготовки растений к зиме, накапливают крахмал, гемицеллюлозу, жиры, фенольные соединения и особенно антоцианы, которым принадлежат защитные функции, связанные с изменением фосфорного метаболизма и степенью подготовки растений к зиме. Изменения фосфорного метаболизма сопровождаются повышением содержания фосфора эфирных сахаров и неорганического фосфора. Последний принимает участие в осмотических явлениях клетки, а эфирных сахаров влияют на изменение состояния воды в ней и стабилизацию клеточных структур Соловьева М. А., 1970).

Повреждения морозами клеток первичной и вторичной флоэмы и других тканевых элементов коры разнообразны по степени и характеру, соответственно и повреждающий эффект их различен. При повреждении отдельных участков коры, как и древесины, образуется некротический (изолирующий) слой из продуктов распада поврежденных паренхимных клеток. В процессе роста изолирующий слой иногда разрушается.

Как известно, при частичном повреждении ситовидных трубок на оболочках живых клеток откладывается каллоза и другие полимерные вещества, образующие прослойку между поврежденными и здоровыми тканевыми элементами. Эта прослойка преграждает дальнейшее распространение повреждения и отмирания клеток.

При сильном повреждении клеток флоэмы перестает функционировать проводящая ткань, которая постепенно разрушается и отмирает. В зависимости от степени и характера повреждения отмирают отдельные поверхностные участки коры или вся кора до камбия. При сильном повреждении коры ствола или ветвей дерева плохо восстанавливаются. Деревья, имеющие кольцевое повреждение коры у корневой шейки или в средней части ствола, совсем не восстанавливаются. При полной гибели камбия, когда кора отстает от древесины и затем загнивает или засыхает, деревья также не восстанавливаются. Повреждение коры, как и камбия, зависит от сочетания метеорологических факторов лета, осени и зимы, а также от условий выращивания, обуславливающих физиологическое состояние растения. Наиболее опасный тип повреждения — повреждение камбия, клеток камбиальной зоны и коры ствола.

К широко распространенным и опасным типам повреждения относятся солнечные ожоги и морозобоины, которые наблюдаются не только в северных и северо-восточных, но и в южных районах нашей страны. Исключением являются районы с повышенной относительной влажностью воздуха.

## **ПОВРЕЖДЕНИЕ КОРЫ РАЗВИЛОК И СТОЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ**

Типы повреждения коры развилки и ствола плодовых деревьев весьма разнообразны. На коре ветвей в развилках и на стволе при повреждении морозами появляются темные пятна различного размера и разной формы, часть пятен имеет гладкую поверхность, часть — с поверхностными или глубокими продольными трещинами, края которых часто рваные и закручиваются наружу, часть — с корой, как бы вдавленной во внутрь. При сильном повреждении кора хлопьями сползает, оголяя древесину.

В тех случаях, когда камбий под погибшей корой сохраняется живым, образуются новые клетки вторичных флоэмы и ксилемы. В дальнейшем происходит восстановление поврежденных морозом тканей. На деревьях многих осенне-зимних сортов яблони и груши, а также большинства сортов черешни, абрикоса и сливы наблюдается повреждение морозами коры в развилках ветвей, чаще встречающееся у молодых деревьев при вступлении их в пору плодоношения и в первые годы плодоношения, чем у взрослых плодоносящих деревьев. При повреждении развилки кора отмирает с внутренней стороны ветви. При резких колебаниях температуры часто повреждается кора в нижней ее части. Повреждения такого типа зависят от продолжительности ростовых процессов, прежде всего от окончания активной деятельности камбия, сочетания метеорологических факторов в послеморозный период и условий выращивания. Активная деятельность камбия в развилках заканчивается позже, чем на других участках ствола и ветвей, следовательно, подготовка этих участков коры к зиме происходит в более поздний период, отчего сдвигаются процессы метаболизма, оказывающие влияние на структурные изменения и энергетические процессы в клетках растений, что увеличивает вероятность повреждения этих тканей.

Деятельность камбия и ее продолжительность, находясь в тесной связи с влажностью почвы, оводненностью тканей, относительной влажностью воздуха, наличием питательных веществ в почве, оказывает влияние на величину прироста древесины и морозоустойчивость растений.

Наиболее отзывчивы плодовые деревья на азотные удобрения. При увеличении норм азота или при совместном внесении азота и фосфора в почву снижается морозоустойчивость растений. При внесении высоких норм азота наблюдаются изменения в фосфорном метаболизме, величине pH клеточного сока, содержании осмотически активных веществ, в клеточном соке уменьшается содержание сахаров и крахмала (резервных углеводов,

превращающихся при воздействии низких температур в процессе гидролиза в сахара и жиры, являющиеся защитными веществами). увеличивается продолжительность активной деятельности камбия, усиливаются ростовые процессы, которые до наступления заморозков не заканчиваются. Деревья яблони, сливы, груши, абрикоса, произрастающие при повышенном азотном питании или азотной недостаточности, повреждаются сильнее выращиваемых в оптимальных условиях питания. При азотной недостаточности листья растений приобретают желтоватый оттенок и преждевременно осыпаются, прежде всего желтеют листья розеток, а на листьях абрикоса и персика появляется дырчатая пятнистость. Эти растения слабо растут, кора у них становится желтовато-коричневой, восприимчивой к солнечным ожогам.

Тип повреждения коры ствола при азотной недостаточности несколько отличается от повреждений, наблюдающихся при внесении повышенных доз азота. В последнем случае от мороза полностью погибают кора и камбий в развилках и в средней части ствола, кора приобретает темно-коричневую окраску с разными оттенками. Большинство таких деревьев погибает. При азотной недостаточности повреждаются поверхностные или более глубокие слои коры. В первом случае кора шелушится, при слабом повреждении растения оздоравливаются в процессе роста. При повреждении более глубоких слоев коры отмирают отдельные ее участки. Процессы оздоровления зависят от степени повреждения коры.

Деревья, выращенные в условиях повышенного азотного питания, в суровые зимы сильно повреждаются и часто полностью вымерзают. Снижение зимостойкости при выращивании в таких условиях наблюдается не только у слабоморозостойких сортов или пород, но и у наиболее зимостойких, таких как яблоня сорта Антоновка обыкновенная.

Для условий Лесостепи и Полесья оптимальными являются следующие нормы удобрений, кг/га: азота 90, фосфора и калия по 120.

Фосфорно-калийные удобрения, вносимые по фону азотных весной или в первой декаде августа, способствуют повышению морозоустойчивости коры, камбия и клеток камбиальной зоны.

При внесении оптимальных норм азота, фосфора и калия плодовые деревья повреждаются морозами меньше, чем необудренные или же выращиваемые при повышенном азотном питании. Они характеризуются лучшим ростом и более высокой урожайностью. Фосфорно-калийные удобрения способствуют сокращению камбиальной деятельности и повышению содержания олигосахаридов, часть из которых является ингибиторами ростовых процессов. Особая роль в зимостойкости плодовых растений принадле-

жит калию, принимающему участие в регуляции ростовых процессов, осмотических явлений, а также оказывающему положительное влияние на синтез полимерных соединений, фотосинтез и интенсивность дыхания в зимнее время. При азотной недостаточности внесение фосфорно-калийных удобрений снижает зимостойкость коры ствола и ветвей, ослабляет рост деревьев, листья становятся мелкие, светло-зеленые, как на деревьях, произрастающих на бедных супесчаных почвах без удобрений. При отсутствии азота наблюдается синергетическое действие отрицательного эффекта солей калия и фосфора, связанного с депрессией жизненных процессов и усилением напряженности фосфорного метаболизма.

Под влиянием удобрений регулируется последовательность отдельных этапов в жизненном цикле растений, изменяется метаболическая активность тканей, продолжительность ростовых процессов, зимостойкость отдельных тканей и в целом плодового дерева. Более высокая зимостойкость плодовых деревьев наблюдается в тех случаях, когда весной вносят азотные удобрения, а во второй половине вегетационного периода дополнительно и фосфорно-калийные. Положительное влияние на зимостойкость оказывает также внесение весной фосфорно-калийных удобрений из расчета  $P_{90}K_{120-135}$  по фону азота.

Сильная обрезка снижает зимостойкость плодовых деревьев в северных, северо-восточных и западных районах Украинской ССР. После нее на коре ствола, развилки и скелетных ветвей образуются глубокие трещины или желтовато-коричневые полосы. С южной и юго-западной сторон вдоль всего ствола и ветвей первого яруса поврежденная кора отмирает, а затем отстает от древесины, последняя нередко трескается. Обычно деревья после сильной обрезки быстро погибают. При зимней обрезке яблони осенне-зимних сортов в северных, северо-восточных и западных районах Украины погибают ткани коры вокруг места среза ветви. Эти повреждения часто увеличиваются в размерах, у таких деревьев в дальнейшем резко снижается зимостойкость как надземной части, так и корневой системы. Подобный тип повреждения после зимней обрезки или сильной обрезки весной или в конце зимы, а также после поздней вырезки побегов утолщения на кольцо наблюдается во всех районах нашей республики.

При перепрививке яблони, вступившей в пору плодоношения, морозоустойчивость коры ветвей часто снижается, особенно когда перепрививку всего дерева проводят в один год и удаляют большинство обрастающих ветвей. Такая перепрививка приводит к уменьшению листовой поверхности дерева, а следовательно, и к уменьшению содержания органических веществ — ассимилятов, выра-

батываемых в процессе фотосинтеза и относящихся к защитным веществам. Ассимиляты способствуют утолщению клеточных оболочек и ускоряют процесс лигнификации. Лигнификация клеточных оболочек препятствует иссушающему действию межклеточного льда и защищает содержимое клеток от механического воздействия последнего.

При перепрививке 6—10-летних деревьев не в один, а в два года и сохранении всех имеющихся обрастающих ветвей кора значительно меньше повреждается низкими отрицательными температурами возле мест среза ветвей. Уменьшается повреждение коры на ветвях также в тех случаях, когда прижившиеся черенки и хорошо развитые запасные ветви не вырезают на второй год после прививки, а пригибают, ослабляя их рост, а через 3—4 года вырезают.

Особое значение в формировании морозоустойчивости и продуктивности плодовых деревьев имеет листовая поверхность, ориентация листьев в кроне и их физиологическое состояние.

Повреждение листьев паршой, мучнистой росой и другими болезнями приводит к резкому снижению морозоустойчивости плодовых деревьев.

В специальных опытах, проведенных нами в 1977 г. с удалением листьев в конце вегетации у деревьев яблони сортов Мекинтош и Ренет Симиренко, было отмечено резкое снижение морозоустойчивости — 20 % деревьев Мекинтоша полностью вымерзло в зиму 1977/78 г., а 80 % растений имели сильное повреждение коры у корневой шейки и в средней части ствола. Контрольные растения с хорошо сохранившимися листьями повреждений не имели. У поврежденных растений отмечено нарушение синхронизированной организации физиологических функций весной и летом. В течение следующих трех лет раны у корневой шейки поврежденных растений не заросли полностью. У этих растений ухудшался водообмен и снижалась водоудерживающая способность тканей в зимнее время, подавлялся синтез сложных углеводов и некоторых веществ фенольной природы — антоцианов и халконов. В первой половине лета у поврежденных растений содержание сахаров в коре ветвей уменьшалось в 5,2 раза, крахмала — 2,8, гемицеллюлоз — 3,1, антоцианов — 1,4 раза, халконов — 3,3 раза, в древесине сахаров — 2,9, крахмала — 2,5 и гемицеллюлоз в 4,7 раза.

Накопление крахмала само по себе не повышает морозоустойчивости растений, но является необходимым условием для развития высокой морозоустойчивости. При гидролизе крахмала, гемицеллюлоз и других полисахаридов образуются защитные вещества, способствующие стабилизации гелизированных структур протоплазмы и перестройке ее мембранной системы.

У поврежденных растений резко снижа-

лась последующая морозоустойчивость отдельных тканей (камбия, клеток камбиальной зоны и вторичной флоэмы). Цветковые почки у этих растений не образовывались в течение двух последующих лет.

Не только у яблони, но и у других плодовых растений, листья которых в течение лета поражались болезнями, вредителями или имели функциональные нарушения, резко снижалась морозоустойчивость цветковых почек, а также коры ствола, ветвей и корней. Это относится даже к таким морозоустойчивым растениям, как смородина черная. По данным З. А. Шестопал (1969), при поражении растений антракнозом листья у смородины опадают на 1,5—2 месяца раньше естественного листопада, урожайность уменьшается в 3—5 раз и понижается зимостойкость. Гибель плодовых почек у этих растений в зимы с резкими колебаниями температуры достигает 100 %, надземная часть растений полностью вымерзает. Непораженные растения сохраняются и обильно плодоносят.

Разной морозоустойчивостью характеризуются молодые деревья яблони с разной формой кроны. Деревья с плоской кроной, оптимальным радиационным режимом, исключая эффект взаимного затенения листьев, более устойчивы к низким и переменным температурам, чем с обычной округлой формой кроны.

При формировании деревьев имеет значение степень ажурности кроны — естественной или искусственно создаваемой обрезкой. Загущение кроны приводит к снижению как общей продуктивности растений, так и их морозоустойчивости. Оптимизация радиационного режима предопределяет продуктивность и устойчивость плодовых растений к неблагоприятным факторам среды.

С улучшением радиационного режима у плодовых деревьев повышается интенсивность фотосинтеза (у яблони в 1,5—2 раза), увеличивается содержание запасных защитных веществ, стабилизируется водоудерживающая способность тканей, повышается продуктивность и морозоустойчивость растений (Соловьева М. А., Починок Х. Н., Оканенко А. С., 1965).

Велика роль осеннего фотосинтеза в подготовке растений к зиме и их зимостойкости. Применение легкой омолаживающей обрезки оказывает влияние на биосинтез хлорофилла, содержание которого у омоложенных деревьев возрастает на 15,8—20,6 %. Увеличивается также содержание защитных веществ в тканях растений. У таких деревьев преждевременно не опадают листья, повышается интенсивность фотосинтеза. Так, в наших опытах весной у омоложенных деревьев Антоновки 22-летнего возраста она увеличивалась на 16,7 %, Кальвилы снежного — на 24,6 %, а во второй половине сентяб-

ря у деревьев Антоновки до 28,2 %, Кальвилы снежного — до 10,3 % при средних значениях у контрольного дерева 4,80—4,92 мг  $\text{CO}_2$  на  $\text{дм}^2/\text{час}$  (Соловьева М. А., Починок Х. Н., Оканенко А. С., 1965). Урожай с одного омоложенного дерева Кальвилы снежного составлял 440 кг против 286 кг у неомоложенных контрольных деревьев. Урожайность повышалась, а морозоустойчивость деревьев не имела существенных различий.

У нальметтных деревьев различно ориентированные в пространстве ветви характеризуются неодинаковой морозоустойчивостью. Наименее устойчивы центральные проводники деревьев с интенсивно развитой ксилемой. Морозоустойчивость наиболее метаболически активных тканей у ветвей, пригнутых вниз, в 2 раза, а растущих горизонтально в 1,8 раза выше, чем у центральных проводников. Низкая морозоустойчивость центрального проводника обусловлена замедленным синтезом запасных защитных веществ и локализацией ауксинов.

Пониженной зимостойкостью характеризуются листовые следы, где расположена общая проводящая система. В годы с неблагоприятным сочетанием метеорологических факторов повреждаются прежде всего эти ткани, кора вблизи почек темнеет, растрескивается, как бы вдавливаясь во внутрь и отмирает.

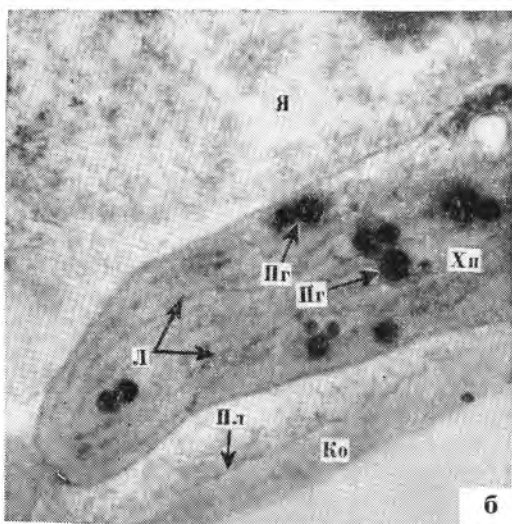
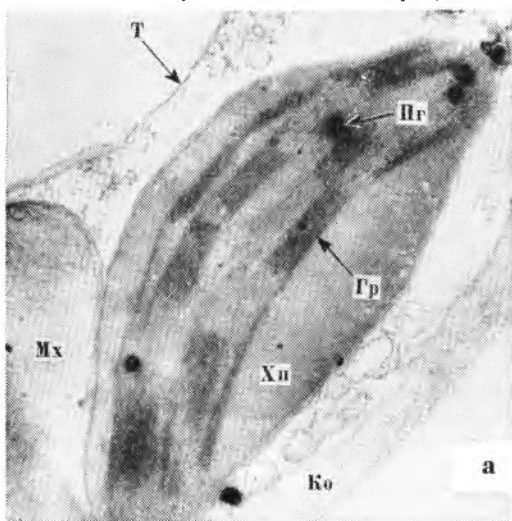
Влажность почвы оказывает существенное влияние на степень зимостойкости коры, камбия и клеток камбиальной зоны ствола, развилки и ветвей. Резко снижается зимостойкость коры и камбия надземной части деревьев при выращивании их в условиях избыточного увлажнения. Избыточная влажность, вызываемая весенним или осенним затоплением садов, неправильным орошением или же на участках сада с неровным рельефом местности и с близким залеганием грунтовых вод, угнетает ростовые процессы и резко снижает зимостойкость плодовых деревьев.

При избыточной влажности почвы вследствие ухудшения аэрации и повреждения корневой системы подавляются ростовые процессы, наблюдается ограниченное поступление воды и минеральных веществ в растение. Поглодительная способность корней снижается в 2—3 раза по сравнению с корневыми системами деревьев, растущих в условиях оптимального увлажнения. При повреждении корневой системы в одних случаях отмирают только всасывающие корни или же понижается их поглощательная способность, в других — отмирают всасывающие корни и повреждаются паренхимные клетки проводящих тканей. В клетках последних часто образуется вещество типа индиго, имеющее сине-фиолетовую окраску, в третьих — происходит гибель корней и всего растения. Чем дольше плодовые растения

находились в условиях избыточного увлажнения и чем выше температура окружающего воздуха, тем сильнее повреждается корневая система, ухудшается общее состояние деревьев и они погибают.

Деревья, произрастающие на переувлажненных участках, позже трогаются в рост, медленно растут, листья на них мелкие, преждевременно опадают. При избыточной влажности почвы снижается восстановительная активность тканей, происходит смещение рН клеточного сока в кислую сторону, нарушается структурная организация протоплазмы. Вследствие переувлажнения почвы происходит увеличение количества и размеров

7. Ультраструктура хлоропластов листьев яблони сорта Мекинтош при оптимальном (а) и избыточном (б) увлажнении: Хп — хлоропласт, Гр — граны, Ко — клеточная оболочка, Л — фотосинтетические ламеллы, Пг — пластоглобулы, Т — тонопласт, Мх — митохондрия, Я — ядро (фото А. М. Силаевой, увеличение в 25 000 раз).



пластоглобул, значительно уменьшается количество фотосинтетических мембран и наблюдается деградация гранальной структуры хлоропластов (рис. 7). Изменяется состояние воды в клетке и снижается степень гидратации коллоидов, происходит резкое уменьшение запаса активной воды и интенсивное ее вымораживание в конце вегетационного периода в диапазоне температур от 0 до минус 5 °С (по данным ядерно-магнитного резонанса), возрастает водный дефицит, повышается осмотическое давление клеточного сока, происходит изменение состояния пластидного комплекса, уменьшается количество зеленых пигментов и появляется хлороз. При избыточной влажности почвы нарушается стабильность пластидного аппарата, разрушается хлорофилл прежде всего в молодых листьях верхней части побегов. При затоплении деревьев изменяются размеры оргanelл — увеличиваются размеры митохондрий и уменьшаются — хлоропластов при деградации фотосинтетических мембран в последних (рис. 8).

При повышенной влажности почвы ингибируется также образование веществ фенольной природы, таких же как антоцианы и халконы, выполняющих защитную функцию в устойчивости растений к низким, переменным и высоким температурам. При избыточной влажности почвы резко подавляются ростовые процессы, ухудшается качество плодов, снижается урожайность и степень зимостойкости коры и камбия ствола, ветвей и развилки. Нередко такие деревья в последующие годы вымерзают полностью.

Избыточное увлажнение вызывает глубокие и разносторонние нарушения физиологических функций плодовых растений. В связи с этим при закладке новых садов особое внимание необходимо уделять выбору и подготовке участка под сад, подбору устойчивых к избыточному увлажнению сортов и применению фосфорно-калийных удобрений, повышающих общую устойчивость деревьев и снижающих отрицательное влияние избыточного увлажнения. При орошении садов следует предусмотреть исключение возможного переувлажнения отдельных их участков. Наиболее устойчивым к избыточному увлажнению из районированных по Украине сортов яблони является Мекинтош.

При ограниченном и переменном увлажнении в меньшей степени, чем при избыточной влажности, угнетаются ростовые процессы, подавляется образование поглощающих и развитие проводящих корней.

Засухи, как и избыточное и неравномерное увлажнение, снижают степень зимостойкости коры, развилки ствола и ветвей плодовых деревьев. На коре образуются трещины или вдавленные пятна, иногда она вздувается и отстает. У деревьев, произрастающих в условиях ограниченной влаж-

ности почвы, всегда уменьшается листовая поверхность; листья изменяют окраску, хлорофилл в них разрушается прежде всего возле жилок. Вследствие разрушения хлорофилла ослабляется фотосинтез и наблюдается общее расстройство метаболизма из-за недостаточного образования органических веществ и дефицита энергетических резервов. Все листья с измененной окраской осыпаются среди лета. Наличие листьев с признаками водной недостаточности свидетельствует об опасном нарушении водного режима и необходимости полива.

При недостатке азота в почве также изменяется окраска листьев равномерно по всей площади листа. Около жилок хлорофилл разрушается позже, чем по краям листа и между жилками.

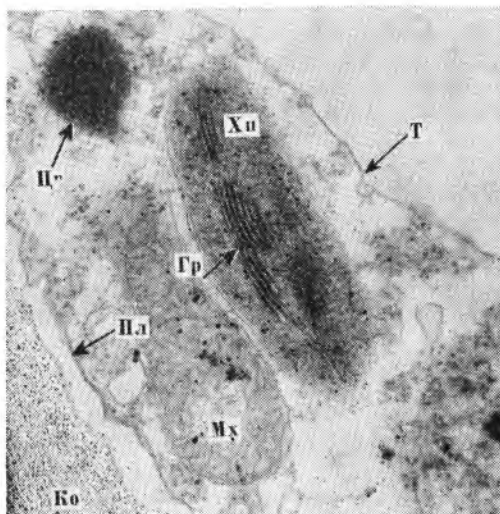
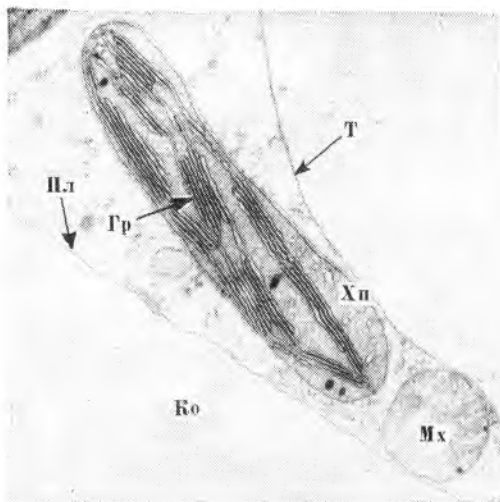
При продолжительном нарушении водного режима дерева изменяется не только окраска листьев, но и окраска побегов, ветвей и ствола, кора становится коричневатожелтой.

Наличие побегов, ветвей и ствола с подобной окраской свидетельствует о том, что растения находятся в состоянии водного дефицита. Под воздействием засухи ускоряется процесс старения растений. Клетки и их коллоидные частицы дегидратируются, т. е. теряют способность удерживать воду. Дегидратация сопровождается понижением степени дисперсности коллоидов и изменением количества запасных веществ. При ограниченном и переменном увлажнении снижается интенсивность фотосинтеза и подавляется синтез сложных углеводов, нарушается белковый обмен и как результат нарушения функциональной деятельности организма снижается зимостойкость деревьев, прежде всего коры и камбия ствола, развилки и ветвей.

Довольно эффективным способом предупреждения повреждения низкими и переменными температурами коры ствола и развилки у деревьев слабовзрослых сортов является двойная прививка, т. е. выращивание растений с так называемым промежуточным морозоустойчивым скелетообразователем. Такую прививку еще в тридцатые годы рекомендовали И. В. Мичурин и П. Г. Шитт. Широкие опыты по применению двойной прививки яблони и груши были проведены в Ленинградской области Н. Г. Жучковым, а в условиях Украины — И. К. Крывдой. И. А. Шереметом, А. Г. Шепельской, М. А. Соловьевой и др.

Для яблони лучшим штамбообразователем оказалась Боровинка, Антоновка обыкновенная, для груши — Александровка и некоторые формы груши лесной.

Исследования, проведенные в Украинском НИИ садоводства и на Млеевской опытной станции садоводства им. Л. П. Симиренко, показали, что яблоня незимостойких сортов Ренет Симиренко, Джонатан, Кальвиль снеж-



8. Фрагменты клеток паренхимы коры побегов яблони сорта Мекинтош при оптимальной (вверху) и избыточной (внизу) влажности почвы: Хп — хлоропласт, Мх — митохондрия, Ко — клеточная оболочка, Цг — цитоглобула, Т — тонопласт, Пл — плазмалемма (фото А. М. Силаевой), (увеличение в 25 000 раз).

ный и других, привитых в крону деревьев морозоустойчивых сортов Боровинка, Антоновка обыкновенная и других, сохранялись после суровых зим неповрежденными или повреждались в слабой степени, а привитые в корневую шейку — вымерзали полностью или повреждались в сильной степени. В отдельные зимы погибало 30—60 % и более деревьев, привитых в корневую шейку. Урожайность деревьев яблони, привитых в крону морозоустойчивых сортов, в связи с лучшей их сохранностью после суровых зим обычно на 10—20 или даже 25—35 % превышала урожайность привитых в корневую шейку.



## ПОВРЕЖДЕНИЕ КОРЫ У КОРНЕВОЙ ШЕЙКИ

Повреждение коры у корневой шейки наблюдается в садах у молодых деревьев яблони, груши, черешни, сливы и абрикоса в результате их окулировки, особенно в теплую дождливую осень, и у саженцев в прикопке. Такой же тип повреждения наблюдается в тех случаях, когда снег выпадает на незамерзшую влажную почву, корневая система не прекратила рост и в надземную часть интенсивно поступает вода. У корневой шейки или немного выше на коре могут появиться продольные трещины — одна, две и больше. Иногда трещины бывают неглубокие с одной стороны растения. Они быстро заживают. В большинстве же случаев трещины образуются глубокие в разных частях ствола и приводят к гибели растения. Гибель коры в этом случае является результатом неполного вызревания тканей ствола и недостаточного развития покровной ткани — перидермы, которая состоит из пробки, или феллемы, пробкового камбия, или феллогена, и феллодермы и является защитной тканью, предупреждающей повреждения морозами и солнечные перегревы тканевых элементов коры в разные периоды зимы (Степанов С. Н., 1981).

В плодовых питомниках Украины, а также в молодых садах довольно часто наблюдается кольцевое повреждение ствола выше корневой шейки и повреждение тканей возле почек на стволе у однолетних саженцев в результате зимнего вымокания. В годы, когда зимой морозные дни чередуются с продолжительными оттепелями, в пониженных местах скапливается талая вода. Длительный застой ее и приводит к повреждению коры и камбия в различных участках ствола выше корневой шейки. Деревья с таким типом повреждения восстанавливаются только в тех случаях, когда кольцевое повреждение бывает выше места прививки и растения срезают на повторный рост.

Отмирание коры и камбия на стволе саженцев, длительное время находившихся в воде, происходит вследствие изменения типа дыхания растений. В среде с ограниченным количеством кислорода дыхание становится анаэробным, происходит повышенный расход органического вещества, ткани растений быстро истощаются, одновременно образуются недоокисленные продукты, токсически действующие на растения.

В отдельные годы наблюдается повреждение саженцев в питомнике ледяной коркой. В тех случаях, когда ледяная корка бывает продолжительный период и слой ее довольно толстый, она механически повреждает кору ствола саженцев у корневой шейки или на разном расстоянии от нее. Гибель тканей под ледяной коркой может произойти в результате увеличения в несколько раз содер-

жания углекислого газа, который и отравляет ткани растений (Ракитина З. Г., 1967). Различий в повреждении ледяной коркой стволов саженцев разных сортов не обнаружено.

В зимнее время при резких колебаниях температуры и высокой влажности воздуха происходит оледенение ветвей, слой льда разной толщины сплошь покрывает ветви и стволы дерева. Перегруженные льдом ветви плодоносящих, ранее поврежденных морозом деревьев, иногда обламываются. При продолжительном периоде оледенения механически повреждаются саженцы в питомниках, особенно в прикопке, и молодые деревья в садах. Плодоносящим же деревьям особого вреда оно может и не причинить.

## МОРОЗОБОИНЫ

Морозобоины возникают вследствие длительного воздействия низких температур на дерево. Возникают они чаще на северной стороне дерева, хотя не редко бывают и в разных частях ствола. Повреждаются прежде всего молодые сильнорастущие деревья.

Морозобоины — это повреждение коры и древесины в виде глубоких продольных трещин, доходящих иногда до центра дерева. Кора вдоль трещин, как правило, отстает от древесины, увеличивая этим размер раны. Такие повреждения наблюдаются при сильных морозах, особенно при резких колебаниях температуры в дневное и ночное время. Растрескивание стволов в большинстве случаев происходит в ночное время и сопровождается сильным треском. Морозобоины можно обнаружить не только на стволах, но и на толстых ветвях.

Повреждение морозобоинами связано с продолжительностью ростовых процессов и со степенью вызревания древесины. Деревья с затянувшимся осенним ростом повреждаются сильнее, чем вовремя закончившие рост. Имеет значение также оводненность тканей растений и состояние воды в растениях. При замерзании объем ткани уменьшается, образуются трещины по мере того, как вода переходит в межклеточное пространство, а воздух вытесняется при образовании льда. Радиальные трещины на стволах вызываются тангентальными сокращениями древесины без ее радиального сокращения при воздействии мороза.

Клетки разрушаются, разрываются или расслаиваются, когда внутриклеточные пространства слишком малы, чтобы ассимилировать весь образовавшийся лед.

Степень повреждения различных сортов и деревьев одного сорта разного возраста неодинакова. Деревья летних сортов яблони обычно повреждаются слабее, чем осенних и особенно зимних. Более молодые деревья повреждаются сильнее, чем деревья, вступившие в пору плодоношения; высокоштабовые — сильнее, чем низкоштабовые. На

переувлажненных участках сильно повреждаются не только молодые, но и плодоносящие деревья яблони, груши, черешни, сливы, вишни и абрикоса.

Степень морозостойчивости стволов зависит от физиологического состояния растений. При благоприятных условиях выращивания растений морозобоины могут зарости, оставляя рубцы, которые при отсутствии повторных повреждений со временем становятся малозаметными.

При заживании широких и глубоких морозобоин в результате активной деятельности неповрежденного камбия или разрастания паренхимных клеток флормных лучей возле поврежденных участков образуется каллюс. Со временем клетки каллюса преобразуются в клетки камбия с последующей дифференциацией флоры и ксилемы.

При повторных повреждениях стволов и последующих заживаниях ран наблюдается как бы слоистое строение древесины стволов плодовых растений.

В периферической зоне каллюса образуются перидерма. Ауксины активизируют процессы регенерации у поврежденных морозом деревьев. Если поврежденные морозом ткани очистить до здоровых, обработать раствором гетероауксина совместно с ланолином, петролатумом, садовой замазкой, содержащей гетероауксин, гиббереллином или КАНУ (0,25 — 0,5 %), то процессы регенерации (В. В. Грохольский, 1981) проходят более интенсивно, чем у необработанных растений. Обработанные раны зарастают за 1—2 года.

Надземная часть молодых и взрослых деревьев может повреждаться морозами в результате опрыскивания садов под зиму минеральными эмульсиями, обмазывания рыбьим жиром и другими маслами против грызунов. Жир, проникая в ткани коры, вызывает нарушение процессов обмена веществ в растении и прежде всего процессов дыхания, в результате чего повреждаются живые клетки коры и камбиальной зоны ствола и ветвей. У последних, особенно возле почек, отмирают отдельные участки коры и камбия. Почки у таких растений не распускаются, а распутившиеся вскоре засыхают. В связи с этим в питомниках и молодых садах применять рыбий жир и минеральные растительные масла в борьбе с грызунами не следует. Опрыскивание минерально-масляными эмульсиями под зиму также часто приводит к вымерзанию или сильному повреждению взрослых плодоносящих деревьев яблони. Известны случаи гибели взрослых деревьев яблони в зимнее время после обработки их с осени соляровым маслом или обмазки стволов подсолнечным маслом при полной сохранности необработанных деревьев на рядом расположенных участках. Нигрол или нигроловая замазка приводят к сильному повреждению обработанных участков коры.

## СОЛНЕЧНЫЕ ОЖОГИ

Солнечные ожоги на коре ствола и ветвей плодовых деревьев наблюдаются не только в зимний и зимне-весенний, но и в летний периоды. Наиболее сильно поражаются стволы и ветви деревьев, произрастающих в условиях пониженной относительной влажности воздуха и ограниченной влажности почвы.

Появление солнечных ожогов зимой, особенно во второй ее половине, является следствием чередования солнечных дней с морозными ночами и связано с локализованным выходом клеток коры из периода покоя, усилением жизнедеятельности тканей в дневное время и последующим повреждением как поверхностных, так и более глубоко лежащих тканевых элементов коры. Происходит необратимая агглютинация хлоропластов в некритированных клетках коры. С повышением температуры степень повреждения стволов и ветвей увеличивается. Солнечные ожоги появляются на южной и юго-западной сторонах ствола и ветвей в виде темных пятен различной формы и размера. Вначале они сохраняются в виде небольших локальных участков, которые впоследствии увеличиваются в размере, кора шелушится или растрескивается на отдельных поврежденных участках и отмирает. В зависимости от степени повреждения отмирают поверхностные ткани коры или вся кора до камбия. Со временем отмершая кора отстает, оголяя древесину. На поврежденных участках коры появляется возбудитель черного рака — гриб *Schpaeropsis malorum*.

Гибель тканей от солнечных ожогов возможна и без образования льда в них, ткани могут быть убиты продуктами обмена при температуре, вызывающей распад хлорофилла. Избыточный солнечный свет, низкие, высокие и переменные температуры приводят к деструкции и полной гибели клеток в результате фотодинамического эффекта.

Появление солнечных ожогов в конце весны — начале лета наблюдается при внесении высоких норм азотных удобрений, ухудшении водного режима растений или при повреждении морозом камбия и клеток камбиальной зоны. Солнечные ожоги коры ветвей и ствола возможны и при других функциональных нарушениях растений. Обычно повреждаются участки коры ствола и ветвей, хорошо освещенных солнцем.

Светоустойчивость растительных тканей — величина непостоянная. Она изменяется в зависимости от условий выращивания. Существуют физиологическая и онтогенетическая адаптация растений к солнечному свету. Изменение расположения хлоропластов в клетках коры в зимнее время, их отхождение от клеточных оболочек, скупивание, образование антоцианов являются защитным приспособлением растительного организма от избыточного солнечного света.

Различные сорта той или иной породы не в одинаковой степени подвержены солнечным ожогам. Наиболее сильно повреждаются сорта яблони зимнего срока созревания, особенно Ренет Симиренко, Кальвиль снежный, Бойкен, Бельфлер желтый, Штеттинское красное, Джонатан, Пепин лондонский, из осенних — Ренет ландсбергский, Пармен зимний золотой, Ренет Баумана, из летних — Папировка и другие, особенно в районах недостаточного увлажнения. Ожоги на деревьях груши наблюдаются значительно реже, чем на яблонях.

Молодые деревья в год посадки больше повреждаются весенними ожогами, чем те, которые росли в саду в течение нескольких лет. Еще сильнее повреждаются пересаженные деревья, особенно те, что перед посадкой росли на неплодородных землях.

Значительно сильнее подвержены солнечным ожогам сорта, сформированные в условиях влажного климата и произрастающие при ограниченной влажности почвы. Растения, выращиваемые в условиях недостаточного или неравномерного увлажнения, сильнее повреждаются, чем выращенные при постоянном равномерном увлажнении.

Деревья, произрастающие на легких сухих почвах, бедных питательными веществами, повреждаются сильнее, чем на суглинистых и на почвах, богатых органическими веществами. У таких деревьев отмирает кора в средней части ствола, повреждается камбий и клетки камбиальной зоны, что приводит к угнетению ростовых процессов, ухудшению общего состояния растений и преждевременной их гибели.

В результате солнечного перегрева у растений, выращиваемых в условиях ограниченного или переменного увлажнения при низкой относительной влажности воздуха, повреждаются и отмирают отдельные паренхимные клетки коры, хлоропласты, расположенные ближе к периферии, и другие тканевые элементы. Повреждение проводящей системы всегда приводит к появлению солнечных ожогов.

Иногда наблюдается кольцевое повреждение всей коры, камбия и древесины не только в зимний и зимне-весенний периоды, но и в конце весны — начале лета. При кольцевых ожогах листья начинают увядать вскоре после их образования, затем они засыхают и к концу июня растение погибает. Ширина кольцевых ожогов бывает разной — от 1—2 до 7,5—10 см и более. На расстоянии 5—6 см от мертвой полосы кольцевого ожога, иногда выше или ниже появляются небольшие локализованные участки поврежденной коры, камбия и древесины, а в средней части ствола и выше наблюдается повреждение клеток вторичной флоэмы. В конце кольцевого повреждения гибнут все клетки коры, древесины и камбия.

Сильно поврежденные ожогами деревья

погибают в первой половине лета. Деревья со средним и слабым повреждением продолжают расти, под поврежденным слоем у них образуется каллюс, который позже дифференцируется с последующим образованием клеток флоэмы и ксилемы. При слабом повреждении восстановление проводящих тканей может произойти без образования каллюса. В зависимости от степени повреждения изменяется и интенсивность ростовых процессов.

В годы с резким колебанием температуры на коре ствола выше линии снежного покрова по всей длине штамба до основания скелетных и полускелетных ветвей с южной или юго-западной стороны дерева или только на штамбе скелетных ветвей в результате ожога появляются различные пятна. К концу лета или в последующие годы кора отстает от древесины, оголяя ее. Оголившиеся слои древесины мертвеют. Чаще всего таким образом повреждаются незимостойкие сорта яблони и сливы Венгерка ажанская.

У деревьев с поврежденными ветвями затрудняется передвижение питательных веществ и воды, нарушается нормальный ход физиологических процессов, снижается урожайность и последующая зимостойкость. Деревья могут погибнуть в год повреждения.

Кора стволов повреждается солнечными ожогами при прикопке саженцев на зиму в сухую почву без обильного полива. К весне на стволе и скелетных ветвях отмирают отдельные участки коры, появляются темные сухие пятна в средней части ствола. Массовые солнечные ожоги саженцев в прикопке могут быть объяснены недостаточным поступлением воды в растение, слабой оводненностью тканей и солнечным перегревом коры, разрушающие поверхностные и глубже лежащие ткани первичной и вторичной флоэмы и перидермы. Солнечные ожоги могут появляться при сильном перетягивании проволокой, плотными пленками, шпагатом и другими материалами, вызывающими кольцевание, а также при применении тонких полиэтиленовых пленок при защите стволов от грызунов (пленки ухудшают термический режим растений).

Солнечные ожоги возникают и на плодах. Обычно когда после прохладной дождливой погоды наступают жаркие солнечные дни, на поверхности плодов появляются округлые бурые пятна, которые со временем темнеют, а затем загнивают. Плоды, пораженные солнечными ожогами, непригодны для хранения или употребления в свежем виде.

Уменьшить вредное влияние солнечных ожогов можно путем подбора устойчивых к данному типу повреждения сортов плодовых деревьев, выращиванием растений всех основных плодовых пород с устойчивым скелетообразователем. В существующих посадках необходимо использовать различные приемы, уменьшающие солнечный перегрев

растительных тканей зимой, весной и в начале лета. Хорошие результаты дает применение плотных полимерных пленок с отверстиями, винипластовых сеток, которые могут защищать стволы в течение первых 6—7 лет после посадки, обвязка различным обвязочным материалом (белой бумагой, стеблями подсолнечника, камышом и др.) и побелка водоземлюсионными красками типа ВС-511, ЭВА-27-А и др. (Грохольский В. В., 1981).

## ПОВРЕЖДЕНИЕ ПЛОДОВЫХ ПОЧЕК

В годы с суровыми зимами или же с резкими колебаниями температуры во второй половине зимы наиболее сильно повреждаются плодовые почки у косточковых культур, несколько меньше у осенне-зимних сортов груши — реже повреждаются плодовые почки у яблони. Из косточковых культур к наименее устойчивым следует отнести цветковые почки у деревьев абрикоса, к более устойчивым, но все же частично повреждаемым — у черешен. У деревьев персика цветковые почки обычно более устойчивы, чем молодые ветви, на которых они расположены, хотя ветви персика менее морозоустойчивы, чем у абрикоса, и в годы с неблагоприятным сочетанием метеорологических факторов дерева персика повреждаются сильнее, чем абрикоса, черешни и других косточковых культур.

Из всех косточковых пород наиболее морозоустойчивы плодовые почки вишни. При поражении листьев и ветвей грибами или вирусными болезнями морозоустойчивость плодовых почек и в целом деревьев резко снижается, из-за чего порядок в устойчивости различных плодовых пород может быть иным.

В зависимости от длительности морозного периода наблюдается разная степень повреждения почек. В сильной степени поврежденные плодовые почки весной не раскрываются. Плодовые почки разных сортов одной породы повреждаются неодинаково. Наиболее заметные различия в повреждаемости наблюдаются у вишни, черешни, несколько меньше — у абрикоса и сливы. Почки у сливы сорта Анна Шпет, Венгерка обыкновенная и Ренкюд Альтана повреждаются сильнее, чем у сортов Ренкюд реформа, Венгерка итальянская и новых сортов селекции УНИИС и его опытных станций. Сильное повреждение плодовых почек наблюдается у вишен сортов Крупная чернявка, Подбельский, Анадольская; слабое — у Шпанки краснокутской, Гриота остгеймского, Самсоновки, Тургеневки, Любской.

Из сортов абрикоса сильно повреждаются цветковые почки у сорта Краснощекий, у которого вымерзает от 90 до 100 % почек в зимы с резким колебанием температуры. У Колхозного, Аденис и ряда других новых селекционных сортов они более устойчивы

к низким отрицательным температурам, морозоустойчивость цветковых почек у этих сортов выше на 2—4 °С, а при благоприятных условиях подготовки растений к зиме — на 4—6 °С выше, чем у основного районированного сорта Краснощекий.

Наиболее часто плодовые почки повреждаются в конце зимы — начале весны. После завершения растениями глубокого покоя даже кратковременное потепление может вызвать начало их активной жизнедеятельности. Растения, вышедшие из периода покоя, повреждаются даже при незначительном похолодании.

Плодовые почки абрикоса и черешни в южных районах Украины в зимнее время повреждаются чаще, чем в более северных, так как в южных районах продолжительные оттепели часто чередуются с внезапным похолоданием, что и приводит к гибели плодовых почек при сравнительно небольших морозах.

Ростовые почки у большинства плодовых пород более устойчивы к низким температурам и реже вымерзают, чем плодовые, но у персика они часто бывают более устойчивы, чем ростовые. Разную степень устойчивости ростовых и плодовых почек можно объяснить разной водоудерживающей способностью и степенью дифференциации цветковых почек. Период покоя в плодовых почках заканчивается раньше, чем у ростовых. У них раньше начинаются и ростовые процессы. Известно, что с началом этих процессов морозоустойчивость отдельных органов и тканей резко снижается.

Поврежденные плодовые почки буреют и, не раскрываясь, засыхают и опадают. При слабом повреждении весной они раскрываются медленно, иногда не полностью, а затем засыхают. В более поздние фазы их развития морозы повреждают чаще всего пестики — самую неморозоустойчивую часть цветка. Гибель пестиков является причиной снижения урожая в садах. На поперечных и продольных срезах поврежденные части почек или цветков имеют коричневую окраску.

Степень морозоустойчивости плодовых почек подвержена значительным сезонным изменениям, которые, как показали исследования С. И. Елманова, Е. А. Яблонского, А. М. Шолохова (1966), зависят от прохождения последовательных этапов морфогенеза в годичном цикле развития. Наиболее высокой морозоустойчивостью цветковые почки у абрикоса и персика характеризуются в фазе мужского археспория. Чем продолжительнее этот период и чем позже он заканчивается, тем выше устойчивость почек к морозам. На последних этапах морфогенеза она прогрессивно снижается, достигая минимума в конце фазы двухъядерной пыльцы.

Неодинаковой морозоустойчивостью ха-

рактируются и разные зачатки цветков в одной почке. Устойчивость зачатков цветка, как и в целом цветковой почки, зависит от времени закладки и степени их дифференциации. Чем раньше заложились цветковые почки и чем сильнее они дифференцированы, тем больше опасность их вымерзания. Цветковые почки на более поздней стадии развития имеют большой процент клеток с мелкими вакуолями, а клетки с крупными вакуолями менее устойчивы, чем заполненные протоплазмой.

Большое влияние на продолжительность и глубину периода покоя оказывает влажность почвы. Ограниченное и неравномерное увлажнение в течение вегетационного периода приводит к неполноценному осенне-зимнему покою, резко укорачивает его. В районах ограниченного увлажнения орошение является важным приемом повышения морозоустойчивости цветковых почек у косточковых культур.

Положительные температуры плюс 15—18 °С в зимнее время ускоряют развитие цветковых почек. В дальнейшем растения приобретают циклический тип развития, при котором на дереве одновременно имеются цветки, молодая завязь и созревающие плоды. Такие деревья имеют слабый прирост побегов. Облиственность их в 4—4,2 раза меньше, чем у обычных деревьев, урожайность резко снижается.

Критическая температура гибели цветковых почек как разных сортов, так одного и того же сорта не постоянна. При резких колебаниях температуры во второй половине зимы или при наступлении ранних морозов в осенне-зимний период повреждаемость цветковых почек повышается.

Существенные различия в морозоустойчивости цветковых почек отмечены по длине однолетних ветвей, а также в разных ярусах кроны дерева. В нижней части кроны почки повреждаются в сильной степени или полностью погибают, а в верхней значительная часть их сохраняется. В качестве примера можно привести данные повреждаемости цветковых почек в зиму 1966/67 г. у черешни сортов Китаевская черная, Любимица Дуки. У первого сорта в нижней части кроны сохранились здоровыми всего 0,3 % цветковых почек, а в верхней — 50,3, у второго — соответственно 5,8 и 36,8 %; урожай у сорта Китаевская черная в нижней части кроны полностью отсутствовал, а в верхней было собрано по 30 кг нормально развитых плодов с каждого дерева, у второго сорта урожай в нижней части дерева также отсутствовал, а в верхней составлял 11,1 кг с дерева. Аналогичные данные получены в зиму 1986/87 г.

В зиму 1978/79 г. наблюдалась аналогичная зависимость. В нижней части кроны на расстоянии 2—2,5 м от поверхности почвы цветковые почки у сорта Любимица Ду-

ки погибли полностью, а в верхней сохранились здоровыми 20 % почек, у Красавицы Киева сохранились живыми соответственно 18,5 и 48; у Китаевской черной — 23 и 58 %. Подобная зависимость отмечена также у сливы сортов Венгерка обыкновенная и Венгерка итальянская. У Ренклода Альтана различий в повреждаемости морозами цветковых почек в разных ярусах кроны не было отмечено. У вишни Подбельская в верхней части на одних участках сохранилось 62,3 %, на других — 16 % цветковых почек, а в нижней — соответственно 3,6 и 2 %. Аналогичная зависимость наблюдалась у Шпанки ранней и других сортов.

Наличие описанных различий можно объяснить состоянием апикальной меристемы, локализацией отдельных фенольных соединений и ассимилятов, оводненностью тканей в разных частях дерева, а также изменением пигментной системы в связи с интенсивностью освещения. Известно, что интенсивность света, прошедшего через толщину одного листа у многолетних древесных растений, составляет от 1/4 до 1/10 исходной интенсивности прямого света и соответственно оказывает влияние не только на величину, но и на направленность фотосинтеза, формирование фотосинтетического аппарата, изменение ультраструктурной организации органелл и состояние в них пигментов (Оканенко А. С., 1969).

По ярусам кроны изменяется интенсивность и продуктивность фотосинтеза, реализуемая в синтезе ассимилятов, значительная часть которых является защитными веществами, обуславливающими степень подготовки растений к зиме и зимостойкость как цветковых почек, так и всего растения. Роль освещенности листового аппарата для формирования зимостойкости цветковых почек у косточковых, как и у других многолетних древесных плодовых растений, велика.

М. Д. Кушниренко (1967) отмечает различия в оводненности тканей, в морфологических и структурных изменениях отдельных органов в разных ярусах дерева, предопределяющие не только степень морозоустойчивости генеративных и вегетативных органов плодовых растений, но и их засухоустойчивость.

Следует отметить, что указанная выше зависимость в повреждаемости цветковых почек по разным ярусам кроны наблюдается не всегда. После засушливого лета в суровые зимы при сильных январских и февральских морозах в верхней части кроны обычно наблюдается более сильная повреждаемость и гибель цветковых почек и ветвей разного возраста, чем в средней и нижней частях.

Особенно резко снижается зимостойкость цветковых почек у косточковых культур после дождливой и относительно теплой осени. В качестве примера можно привести данные гибели цветковых почек у косточковых в зи-

му 1978/79 г. при температуре минус 26—30 °С и минус 28—32 °С. В районах с такими значениями минимальной температуры она составила у вишни 42 и 82 %, сливы — 73 и 97, черешни — 54 и 100, абрикоса — 100 %. Диапазон колебания критических температур в разные годы для одного и того же сорта находится в пределах 4—6 и даже 10—14 °С. Резко снижается зимостойкость цветковых почек в годы, когда суровым зимам предшествуют летние засухи или же растения выращивали в условиях избыточного увлажнения, ограниченного или повышенного уровня азотного питания.

Повреждаемость цветковых почек в значительной степени зависит от адаптационных свойств. Процессы восстановления поврежденных морозом растений определяются их регенерационной способностью. При регенерации, как известно, изменяется направленность процессов метаболизма, усиливается синтез ДНК, белков, происходит локализация ауксинов. Последние усиливают регенерацию. В отдельных случаях она осуществляется путем преобразования паренхимных тканей в эмбриональные.

При повреждении морозами генеративных почек вишни А. И. Евстратов (1964, 1975) наблюдал тип регенерации, при котором происходит пробуждение спящих почек в паузах кроющих чешуй и осуществляется регенерация дополнительных конусов нарастания. В местах их повреждения возникает каллусный наплыв. Из вторичных меристематических тканей формируется новая зачаточная почка. Этот тип регенерации может быть использован в исследованиях с тканевыми культурами.

В целях уменьшения опасности вымерзания плодовых почек абрикоса в сороковых годах П. Г. Шитт предложил летнюю обрезку, способствующую усилению вегетативного роста и перемещению плодоношения с укороченных плодовых веточек на побеги вторичного летнего прироста. При помощи этого приема сдвигаются сроки закладки плодовых почек, окончания периода покоя и распускания почек. Одновременно уменьшается возможность повреждения плодовых почек в зимний и ранневесенний периоды.

В годы с сильными морозами обрезка черешни, как и других плодовых деревьев, должна проводиться в соответствии со степенью повреждения цветковых почек в разных ярусах кроны дерева. В настоящее время доказано положительное влияние летней обрезки на уменьшение повреждения плодовых почек морозами и на изменение сроков цветения деревьев абрикоса. Так, по данным С. Елманова и А. Щербины, в зиму 1947/48 г. на обрезанных по методу П. Г. Шитта деревьях вымерзло 32 % почек, а на контрольных (необрезанных) — 78 %. Обрезанные деревья зацвели на 4—7 дней позднее, чем контрольные. Уменьшение повреждения пло-

довых почек на обрезанных деревьях наблюдалось также в опытах И. М. Рядновой, К. Г. Никишина (1949) и др.

По данным У. Х. Чендлера (1960), обрезка задерживает развитие плодовых почек у персика и уменьшает их гибель. В. Г. Гарднер, Ф. Ч. Бредфорд, Г. Д. Гукер (1934) сообщают, что в районе Брэндвилл (штат Муссури) гибель плодовых почек на обрезанных деревьях персика составила 81,9 %, на необрезанных 98 %. Сохранившиеся почки на обрезанных деревьях обеспечили полный урожай, а на необрезанных были только единичные плоды. Сроки закладки цветковых почек у яблони, по данным Н. Н. Пилипенко (1959), сильно варьируют и зависят от комплекса агротехнических приемов. На срок их закладки большое влияние оказывают водный и питательный режимы растения. Под влиянием засухи плодовые почки закладываются раньше, под влиянием обрезки и удобрений — позже. Так, в опытах Н. Н. Пилипенко у необрезанных деревьев яблони сорта Папировка начало закладки плодовых почек было отмечено 3 июля, на сильно обрезанных — 11 июля, а при подсушивании почвы — 28 июня.

Повреждение плодовых почек зависит от общего состояния дерева, интенсивности роста и облиственности. Плодовые почки, сформировавшиеся на деревьях, очень рано закончивших рост, отличаются низкой морозостойкостью. На мощных, хорошо развитых ветвях плодовые почки более устойчивы, чем на тонких, коротких, которые рано заканчивают рост и бывают слабооблиственными или же имеют поврежденные листья. Наиболее морозостойчивые плодовые почки у основания однолетних побегов.

Проведенный анализ плодовых почек вишни, сливы и черешни показал, что повреждение 40—50 и даже 60—65 % плодовых почек при хорошей их закладке не приводит к снижению урожая — оставшееся количество здоровых почек обеспечивает нормальный урожай.

Применение азотных удобрений и сплошное опрыскивание деревьев известью снижают гибель почек абрикоса (Никишин Г. К., 1949; Васильев И. М., 1956). В опытах Г. К. Никишина после мороза в 16,1 °С неопрыснутые известью деревья потеряли 65 % плодовых почек, а опрыснутые — всего 25 %. Урожай был соответственно 70—80 и 110—120 кг с дерева.

Как показали исследования отдела физиологии и зимостойкости УНИИС, криопротекторы, в частности полиэтиленоксиды (ПЭО) молекулярной массы 400 и 1500, способствуют повышению морозостойкости цветковых почек у деревьев абрикоса при обработке их в осенний период (Соловьева М. А., 1984). Сохранность цветковых почек при обработке растений водными растворами ПЭО-1500 в концентрации 1—1,5 %, 33



а также смесью ПЭО-400 и ПЭО-1500 была выше на 63—65 %, чем у необработанных растений, а у сорта Дарунок Малаховой цветковых почек сохранилось в 2 раза больше, чем у контрольных.

В регуляции ростовых процессов особая роль принадлежит биологически активным веществам. В последнее время в садоводстве довольно широко используются синтетические биологически активные вещества, регулирующие рост, развитие и урожайность плодовых растений, так называемые экзогенные регуляторы роста. Среди них особое место занимают такие ретарданты, как ССС (хлорхолинхлорид — 2-хлорэтин — триметиламмоний хлористый, хлормекват) и его аналог тур, а также производные диметиламиноянтарной кислоты (диминозид, алар, В-9, дяк) и др.

Большинство из экзогенных регуляторов роста способствует ускорению прохождения отдельных этапов онтогенеза, обуславливающих ускорение перехода к генеративному развитию и более раннему вступлению в пору плодоношения плодовых деревьев. Они ингибируют линейный рост и стимулируют камбиальную деятельность (Кефели В. И., 1974), оказывают влияние на оводненность тканей, биосинтез пигментов, углеводов, некоторых фенольных соединений и степень устойчивости к низким и переменным температурам.

В зависимости от применяемых концентраций экзогенных регуляторов роста, их химической природы и генотипической специфичности сорта наблюдаются различия в эффективности их действия.

Как показали исследования отдела физиологии и зимостойкости УНИИС (Соловьева М. А., 1984), алар и его аналог дяк более универсального действия, чем ССС или тур. Первые ингибируют линейный рост и стимулируют камбиальную деятельность у саженцев в питомниках, молодых и взрослых плодоносящих деревьев яблони в садах, также стимулируют закладку цветковых почек. Урожайность плодоносящих деревьев в условиях сада увеличивается на 25—30 %, в контролируемых условиях она возрастает в 1,3—2 и более раза. Под влиянием препарата дяк изменяется угол отхождения ветвей: он становится более тупым, сокращается расстояние междуузлий и наблюдается более раннее окончание ростовых процессов. При применении препарата дяк в концентрации 0,2 % в ранневесенний период через 10—20 дней после цветения у растений повышается степень морозоустойчивости камбия и клеток камбиальной зоны. При более высоких концентрациях препарата отмечена тенденция к снижению морозоустойчивости растений.

ССС или тур сильнее ингибируют линейный рост у саженцев в питомниках и молодых деревьев яблони в контролируемых условиях; в саду на взрослых плодоносящих де-

ревьях яблони сортов Кальвиль снежный, Мекинтош, Слава победителю и других не всегда подавляют линейный рост и способствуют повышению урожайности в районах Полесья УССР. Эти препараты применяются в концентрациях 0,5 и 0,6 %. У молодых деревьев в первый год линейный рост ингибируется, а затем после прекращения обработки он заметно стимулируется. Количество плодов на второй год применения препаратов у молодых деревьев возрастало в 1,8—4,3 раза по сравнению с необработанными. При ежегодном применении ССС или тура в концентрации 0,8—1 % или при двукратной обработке в концентрации 0,4 % плодоносные деревья этих сортов становятся периодичными. Препараты тур и ССС часто вызывают краевой хлороз листьев, сохраняющийся в отдельных сортах яблони до осени, а также наблюдается резкое сокращение междоузлий у обработанных деревьев. При повышенных концентрациях препарата тур (0,8—1 %) морозоустойчивость древесины, верхней части ветвей прошлого года снижается, особенно во второй половине зимы.

Экзогенные регуляторы роста эффективны только на фоне высокой агротехники и при сохранении листового аппарата от повреждений вредителями и болезнями.

Ингибирующее влияние на ростовые процессы и на гибель точек роста отдельных тканей и даже целых растений оказывают гербициды, которые широко используются в садах для подавления развития и уничтожения сорняков. Для борьбы со злаковыми сорняками в садах применяют гербицид строго избирательного действия — симазин в разных концентрациях, а также 2,2-дихлорпропонат Na (далапон), трихлорацетат Na (ТХА) и другие уничтожающие как однолетние, так и многолетние сорняки из семейства злаковых. Проведенными исследованиями в отделе физиологии и зимостойкости УНИИС по изучению влияния гербицидов на морозоустойчивость деревьев яблони в опытах А. И. Мартыненко показано, что в оптимальных нормах, рекомендованных отделом агротехники для применения в садах симазина 4 (кг/га), морозоустойчивость деревьев яблони не изменяется. С увеличением дозы симазина до 6—7,5 кг/га морозоустойчивость деревьев яблони заметно снижается.

В районах с резко континентальным климатом способ использования гербицидов и их концентрации должны соответствовать степени морозоустойчивости плодовых деревьев и исключать возможность снижения последней. При неосторожном применении гербицидов, когда последние попадают на листья и плоды, поражают их, листья снижают фотосинтетическую активность, раньше опадают, плоды приобретают уродливую форму, морозоустойчивость таких плодовых деревьев резко снижается.

### Повреждение заморозками цветков и завязей

Морозоустойчивость цветков не адекватна устойчивости к морозам растений в осенний, зимний и зимне-весенний периоды.

В различных районах Украины и других районах промышленного садоводства заморозки обычно бывают в конце апреля — мае, иногда в начале и середине июня, а также в сентябре и октябре.

Особенно опасными являются поздне-весенние заморозки, при которых повреждаются цветки и завязи плодовых и ягодных культур. На преобладающей территории Украины, как отмечает М. П. Копачевская (1961), весенние заморозки наблюдаются 7—8 раз, а на Черноморском побережье Крыма — не чаще пяти раз в десять лет.

Более опасны радиационные заморозки, которые возникают при ясном небе и спокойном воздухе и характеризуются сильным охлаждением растений в результате теплового излучения поверхностью земли. Температура растений во время заморозков более низкая по сравнению с окружающим воздухом за счет теплоотдачи путем излучения. Иногда эти различия достигают 4 °С.

В морозные ночи воздух над почвой с травяным покровом бывает холоднее, чем над открытой почвой. Различие температуры, по данным одних исследователей, составляет 0,4—1 °С, по данным других — более 3 °С.

Степень повреждения цветков и завязавшихся плодов зависит не только от температуры, но и от продолжительности заморозка. Критические температуры для плодовых пород при весенних заморозках колеблются в значительных пределах и зависят в основном от фазы развития растений и генотипической специфичности сорта, породы.

По наблюдениям Д. Ф. Проценко (1958), распускающиеся цветковые почки яблони гибнут при четырехчасовом воздействии температуры минус 8 °С, бутоны — при минус 4—6, цветки — при минус 3—4 °С. Раскрывшиеся цветки персика и абрикоса переносят более низкие температуры, чем цветки яблони.

По данным У. Х. Чендлера (1960), степень устойчивости цветков зависит от погод-

ных условий во время их распускания. Если цветки плодовых растений раскрываются в холодную погоду, то для них критическая температура обычно ниже, чем для распустившихся при высокой температуре. Так, при медленном раскрытии в холодную погоду цветки яблони гибнут при температуре минус 3,9 °С, а цветки персика и некоторых сортов сливы — при температуре минус 5—6 °С. Однако цветки персика и абрикоса чаще подвержены опасности повреждения во время весенних заморозков в связи с более ранним цветением. Уэст и Эдлефстон обобщили данные некоторых американских исследователей о критических температурах гибели распускающихся почек (Метлицкий З. А., 1956), цветков и завязавшихся плодов у различных плодовых пород (табл. 1).

Эти данные свидетельствуют о том, что наиболее чувствительны к заморозкам завязи в начале своего развития. Практически цветки большинства плодовых пород повреждаются во время заморозка при температуре минус 2,2 °С, а завязавшиеся плоды — при минус 1,1 °С.

Различные части цветка имеют неодинаковую степень устойчивости к низким температурам. Наиболее сильно повреждается пестик, самая устойчивая часть — пыльник. Такая степень устойчивости различных частей цветка характерна не только для яблони, вишни, груши, сливы, абрикоса, персика, но и для земляники. Цветки последней с полностью поврежденными пестиками не завязывают ягод. У частично поврежденных цветков (часть пестиков сохраняется) процесс оплодотворения происходит, но плоды в большинстве случаев образуются мелкие, сильно деформированные.

Цветки и бутоны земляники довольно часто повреждаются морозами. Цветки начинают повреждаться при температуре минус 1,5 °С. С дальнейшим понижением температуры степень повреждения их повышается. При минус 1,5 °С количество поврежденных цветков составляет 5—8 %, при минус 3° — от 9,3 до 22,7, при минус 4° погибает от 20,4 до 52,6 % цветков.

**1. Критические температуры гибели бутонов, цветков и завязавшихся плодов, ° С  
(по З. А. Метлицкому)**

Порода	Бутоны	Цветки	Завязавшиеся плоды
Яблоня	—2,75—3,85	—1,65—2,2	—1,1—2,2
Груша	—1,65—3,85	—1,65—2,2	—1,1—2,2
Слива	—1,1—5,5	—0,5—2,2	—0,5—2,2
Черешня	—1,65—5,5	—1,1—2,2	—1,1—2,2
Абрикос	—1,1—5,5	—0,5—2,75	—0,0—2,2
Персик	—1,65—6,6	—1,1—3,85	—1,1—2,75

Повреждение цветков и бутонов земляники зависит от фазы развития цветка и строения цветоноса, поэтому различные сорта повреждаются в неодинаковой степени. Ранние сорта повреждаются чаще, чем среднего и позднего сроков созревания. Хотя закрытые бутоны не всегда повреждаются слабее цветков, часто температура тканей последних во время заморзания бывает ниже температуры окружающего воздуха на 1—2 °С.

Сильно поврежденные заморозком цветки и завязавшиеся плоды у яблони, груши и косточковых осыпаются, а из частично поврежденных в дальнейшем развиваются деформированные плоды — мелкие, однобокие, часто партенокарпические.

При сильном повреждении молодых завязей плоды яблони бывают мелкие и имеют не свойственную данному сорту форму. Наружные ткани плода повреждаются. Повреждение имеет вид отдельных локализованных пятен или широкой полосы, опоясывающей весь плод. По мере дальнейшего развития плода происходит опробковение поврежденных заморозком клеток эпидермиса и паренхимных клеток мякоти. Плод увеличивается выше и ниже кольцевой полосы опробковевшей ткани, как бы вдавленной внутрь плода.

У сильно поврежденных плодов поверхностные клетки покрываются пробковой тканью с продольными трещинами, плоды становятся совершенно непригодными для употребления.

Подобную картину можно наблюдать при повреждении плодов градом, морозом и вредителями (яблоневым пилильщиком). У паренхимных тканей мякоти, расположенных глубже повреждений, утолщаются стенки, затем происходит одревеснение и опробковение последних.

Существуют большие различия в характере повреждения заморозками завязей у яблони и груши. У плодов яблони повреждаются прежде всего эпидермис и поверхностные паренхимные клетки мякоти. Стенки паренхимных клеток утолщаются, происходит одревеснение и опробковение их. Поврежденные ткани плода изолируются пробковой тканью (феллогеном). На поверхности появляется ржавая сетка. Поврежденные плоды груши не всегда покрыты ржавой сеткой, а поверхностные ткани их не всегда имеют

опробковевшие участки. У некоторых сортов ее поврежденные заморозком плоды деформируются. Поврежденные плоды Лесной красавицы по форме напоминают плоды Панны. Завязь груши с поврежденными семенами не осыпается и в дальнейшем развиваются партенокарпические плоды неправильной формы. У всех деформированных плодов семена отсутствуют. У сильно- и среднеповрежденных плодов, не имеющих резко деформированной формы, семена недоразвиты, щуплые, часто в семенных камерах количество их не превышает 2—3. Плоды некоторых поврежденных заморозками сортов груши меньше нормальных.

Процент и степень повреждения молодых плодов во время весенних заморозков у различных сортов яблони и груши неодинаковые. Слабее повреждаются плоды яблони сортов Пепин лондонский, Бойкен, Ренет ландсбергский и Пепин шафранный. У этих сортов повреждаются в основном отдельные поверхностные ткани плодов у чашечки; деформированных плодов, а также с поврежденной всей поверхностью обычно не наблюдается. Сильно повреждаются плоды Пепинки литовской.

Из сортов груши меньше всего повреждаются заморозком Бере Лигеля, сильно — Лимонка и Любимица Клаппа.

Такую разницу в степени повреждения отдельных сортов яблони и груши можно объяснить различной степенью развития завязей ко времени наступления заморозка.

У косточковых пород завязавшиеся плоды отличаются слабой устойчивостью к низким температурам: они начинают повреждаться при температуре около минус 1,1 °С. Во время заморозка у них прежде всего погибают семена. Плоды с погибшими семенами вскоре после заморозка опадают.

Спелые плоды осенне-зимних сортов яблони, груши и поздних сортов сливы, кроме весенних, повреждаются раннеосенними октябрьскими заморозками. Степень повреждения спелых плодов разных пород осенью неодинакова. Наименее устойчивы из широко распространенных сортов яблони плоды Мекинтоша, к наиболее устойчивым относятся плоды Джонатана.

При температуре минус 4 °С спелые плоды яблони осенью не повреждаются; при трехчасовом воздействии температурой ми-

нус 6 °С в слабой степени повреждаются в основном плоды Мекинтоша. Заметные повреждения плодов происходят при 24-часовом охлаждении до минус 6 °С — плодов Мекинтоша, Кальвиля снежного, Бойкена; а при 36-часовом охлаждении повреждаются и плоды Ренета Симиренко, Голден Делишеса. Плоды Джонатана повреждаются при температуре минус 8 °С. Плоды груши осенью повреждаются примерно при таких же температурах, как и плоды яблони.

У поврежденных плодов в результате нарушения структуры и функции клеток изменяется водоудерживающая способность, усиливаются окислительные процессы. Изменяется окраска плода: вначале буреют отдельные участки поверхностных тканей, а затем внутренние ткани. При слабом повреждении появляются коричневые пятна или отдельные буроватые жилки вдоль кожицы и у семенных камер; при сильном — мякоть становится мягкой, водянистой, коричнево-бурой, на поверхности плода интенсивно развиваются плесневые грибы, в результате они становятся непригодными к употреблению.

Обработка плодов перед уборкой урожая водными растворами полиэтиленоксидов различной молекулярной массы — (400, 600 и 1500) снижает повреждаемость спелых плодов осенними заморозками.

Сопоставление критических температур гибели и повреждения спелых плодов осенне-зимних сортов яблони и груши с появлением первых осенних заморозков с критическими значениями температур для них позволяет устанавливать оптимальные сроки съема плодов, исключающих возможность повреждения последних в период осенних заморозков. При температуре 2—2,5 °С ниже нуля в плодах яблони образуется лед, но они не погибают, хотя в мякоти наблюдаются изменения, ухудшающие их качество. Значительно менее устойчивы к осенним заморозкам плоды персика, которые замерзают при температуре минус 1,5—2 °С (Чендлер У. Х., 1960).

Способы защиты от весенних заморозков бывают косвенные и прямые. К косвенным относятся: выбор места под сад и почвы, подбор сортов, а также приемы, способствующие задержке цветения деревьев.

Местоположение сада при незначительных заморозках оказывает влияние на устойчивость деревьев. В пониженных местах сада температура при заморозках бывает ниже, чем на возвышенных. На возвышенных участках холодный воздух не задерживается, а как более тяжелый стекает по склонам в низины, скапливается там и обуславливает более сильные и продолжительные заморозки.

Во время закладки сада при размещении различных пород и сортов плодовых деревьев необходимо учитывать, что не все породы одинаково повреждаются заморозками. Рано зацветающие породы (миндаль, абрикос и

персик), а также сорта других пород, повреждающиеся заморозками обычно сильнее, лучше размещать на склонах.

К приемам, задерживающим цветение деревьев, можно отнести опрыскивание кроны осенью и ранней весной раствором извести, летнюю обрезку деревьев абрикоса по методу проф. П. Г. Шитта, опрыскивание деревьев яблони, груши, персика и абрикоса после окончания роста побегов и перед началом закладки плодовых почек калиевой солью  $\alpha$ -нафтилуксусной кислоты в концентрации 0,025—0,05 %. Цветение деревьев абрикоса, опрыснутых этой солью, в условиях Крыма задерживается на 3—9 дней, яблони и груши — на 5—10 дней.

Опрыскивание деревьев груши за 10 дней до цветения или в начале цветения, когда распустилось 30—35 % цветков, раствором гибберелловой кислоты (20—25 мг/л) ослабляет вредное влияние весенних заморозков и обеспечивает получение нормальных урожаев после ночных заморозков с температурой минус 2—5 °С. Применение гибберелловой кислоты в период цветения груши при неблагоприятных погодных условиях способствует улучшению завязывания плодов и увеличению урожайности деревьев на 60 % и более в сравнении с необработанными растениями, а опрыскивание деревьев косточковых культур в августе — сентябре смесью гибберелловой кислоты (50 мг/л) с этрелом (40 мг/л) обеспечивает повышение морозостойкости цветковых почек (Метлицкий З. А., 1972).

К прямым способам борьбы с заморозками относятся: дымление, дождевание, создание туманных завес и обогрев. В настоящее время основным способом борьбы с заморозками является дымление. Для этого используется разный материал (навоз, солома, ботва картофеля, мелкий хворост и пр.), дающий много густого дыма, а также шашки гигроскопического дыма (А-5), тепловой эффект которых составляет 1—1,5 °С. Шашки более удобны для применения на больших площадях, чем дымовые кучи.

Одним из более надежных способов защиты садов от заморозков является искусственное дождевание. Исследования А. И. Дубровского в Молдавии, Роджерса и Модлибвской в Англии показали, что при опрыскивании деревьев и почвы водой (в капельной форме) во время заморозков до минус 8 °С сады не повреждаются. Дождевание во время заморозков должно быть тщательным и непрерывным. Перерыв в дождевании может привести к полной гибели цветков.

Для борьбы с заморозками применяют специальные нефтяные и угольные грелки, при помощи которых обогревают приземный слой воздуха. Способ этот эффективный, но дорогостоящий. Тепловой эффект грелок около 5 °С, производственное значение этот метод имеет только в субтропиках.

### Уход за поврежденными саженцами, плодовыми деревьями и ягодными насаждениями

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В САДАХ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЮ

В целях прогнозирования урожайности и разработки мероприятий по уходу за поврежденными морозом насаждениями в каждом хозяйстве необходимо проводить учет степени повреждения деревьев всех пород и сортов. Особое внимание следует обращать на повреждение плодовых почек, ветвей разного возраста (кору, камбия и древесины), а также штамбов морозобоинами и солнечными ожогами.

Определение степени повреждения плодовых и ягодных культур в породном и сортовом разрезе имеет большое значение не только для разработки мероприятий по уходу за поврежденными морозами насаждениями, но и для совершенствования районированного сортимента и подбора наиболее устойчивых подвоев, а также оценки пригодности участков.

Для установления степени и характера подмерзания деревьев необходимо проводить учет их повреждения после морозов с критическими значениями температур для каждой плодовой культуры, затем после распускания почек и в конце первой половины вегетационного периода.

С целью определения состояния плодовых почек зимой на 3—5 деревьях каждого сорта косточковых пород отбирают по 3—5 штук 3—4-летних ветвей, примерно по 100 почек с разных частей дерева (верхней, средней и нижней) и по 20—30 почек у семечковых. У яблони и груши почки анализируют на кольчатках, а у косточковых — на букетных веточках и приростах прошлого года.

Учет проводят на поперечных срезах почек (срезы делают острым садовым ножом или лезвием бритвы). У поврежденных почек косточковых пород центральная часть (зачатки цветков) темно-коричневая, почти черная, у здоровых — светло-зеленая. У груши здоровые почки белые, покрытые светло-

желтыми волосками, погибшие — черные, у яблони — соответственно светло-зеленые и коричневые. Часто в почке гибнут не все зачатки цветков. Поэтому при определении процента погибших цветков надо считать не только почки, но и количество сохранившихся и погибших зачатков цветков. Обычно в верхней части кроны цветковые почки повреждаются слабее, чем в средней и нижней. Это необходимо учитывать как при отборе проб, учете повреждения почек, так и при проведении обрезки. Для определения степени повреждения почек (цветковых и ростовых) необходимо также пользоваться методом отращивания.

В связи с биологическими особенностями формирования плодовых почек у черешни, вишни и сливы зимостойкость отдельных цветков в одной и той же почке неодинакова: одни цветки более зимостойкие, а другие — менее. Поэтому плодовые почки черешни, вишни и сливы бывают повреждены полностью или частично. Плодовые почки абрикоса и персика имеют по одному зачатку цветка. Поэтому они бывают или погибшими, или здоровыми.

Полностью погибшие цветковые почки сливы, абрикоса и персика в конце зимы или ранней весной осыпаются, а из частично поврежденных развиваются цветки, при благоприятных условиях образуются плоды.

Многолетний опыт отдела физиологии и зимостойкости УНИИС свидетельствует о том, что если у косточковых и семечковых пород остается 30—40 % неповрежденных морозами плодовых почек, то при надлежащем уходе за поврежденными деревьями и благоприятных условиях цветения можно получить нормальный урожай плодов.

Частичная или полная гибель цветковых почек обычно сопровождается повреждением и других частей дерева (ветвей, плодовых образований, ствола, корневой системы) и тканей (кору, камбия, древесины), что отрицательно сказывается на общем состоянии растений.

При анализе состояния цветковых почек одновременно учитывается степень повреж-

дения коры, камбия и древесины ветвей разного возраста, от которых отбирали цветковые почки для анализа. На каждой срезанной ветви острым садовым ножом делаются поперечные срезы от верхушки однолетней ветви до конца срезанной ветви и отмечается степень повреждения коры, камбия и древесины ветвей разного возраста. Обычно поврежденные морозом ткани имеют бурую или коричневую окраску, неповрежденные — светло-серую или светло-зеленую.

В зависимости от породы интенсивность окраски поврежденных тканей бывает разной: от светло- до темно-коричневой; у косточковых и груши она более темная, у яблони — более светлая.

Степень повреждения определяется интенсивностью побурения и размером поврежденной ткани по шестибалльной шкале со следующими значениями баллов, % от общей площади анализируемой ткани: 0 — нет повреждений; 1—5—10; 2—25; 3—40—50; 4 — до 75; 5 баллов — полное повреждение ткани.

Для установления степени и характера повреждения надземной части отбирают по 20—25 деревьев каждого из основных районированных сортов, имеющих в насаждении пород.

При установлении повреждения деревьев в саду необходимо учитывать общее их состояние: наличие механических повреждений на штамбах, сухих ветвей в кроне, прост прошлых лет, а также повреждения ветвей и ствола черным раком (или отмечать наличие сажистого налета на коре ствола и скелетных ветвей), морозобоинами и солнечными ожогами.

В связи с тем, что трудно бывает определить, в каком году возникли морозобоины и солнечные ожоги, оценка повреждаемости ставится по наличию этих повреждений на дереве независимо от времени их возникновения.

Степень повреждения надземной части дерева устанавливают по следующей шкале. **Неповрежденные** — отсутствуют внешние признаки повреждения; деревья имеют нормальную облиственность, на срезах 2—3-летних ветвей древесина и сердцевина не имеют побурения (балл 0). **Слабоповрежденные** — наблюдается гибель части плодовых почек, плодушек, однолетнего прироста. На срезах 2—3-летних ветвей обнаружено повреждение сердцевины и частично древесины или поверхностное повреждение небольших участков коры ствола и скелетных ветвей. Однолетние ветви повреждены до 20 % общей длины прироста (1 балл). **Среднеповрежденные** — повреждены концы скелетных и полускелетных ветвей; при повреждении штамба наблюдается гибель полускелетных и скелетных ветвей (менее 1/3 части кроны), на стволе или на основных скелетных ветвях повреждена ко-

ра (небольшие продольные трещины или пятна). На срезах ветвей 3—5-летнего возраста и старше повреждены сердцевина и древесина. Поврежденная часть древесины составляет менее 50 % общей площади анализируемой ткани (2 балла). **Сильноповрежденные** — повреждены концы скелетных и полускелетных ветвей; при повреждении штамба наблюдается гибель более трети скелетных ветвей кроны, потемнение и растрескивание коры на штамбе или на скелетных ветвях. На срезах ветви 3—5-летнего возраста и старше имеют поврежденную древесину и сердцевину. Поврежденная часть древесины составляет более 50 % общей площади анализируемой ткани (3 балла). **Погибшие** — надземная часть полностью вымерзла (4 балла). В примечании необходимо указать, погибло дерево из-за повреждения надземной части или корневой системы.

Отдельно проводится учет повреждения штамбов и скелетных ветвей морозобоинами, ожогами по следующей шкале. **Слабоповрежденные** — незначительное повреждение коры на штамбе или на скелетных ветвях в виде отдельных пятен, трещин на коре нет. **Среднеповрежденные** — потемнение и растрескивание коры на штамбе или на скелетных ветвях кроны, трещины глубокие, видны узкие полоски оголенной древесины. **Сильноповрежденные** — потемнение и растрескивание коры на штамбе или на скелетных ветвях кроны, поврежденный участок занимает поверхность более одной трети обхвата штамба или скелетных ветвей, имеются участки оголенной древесины на стволе и в развилках или же ствол и скелетные ветви повреждены черным раком.

Кроме определения повреждений надземной части дерева, необходимо проводить определение степени и характера повреждения корневой системы. По внешнему виду дерева, у которых повреждена корневая система, в первый год после повреждения заметно отличаются от здоровых: имеют слабый прирост, листья более мелкие, светло-зеленой окраски. Нередко размер листьев остается нормальным. При наличии таких признаков или гибели деревьев, когда надземная часть не повреждена и причина плохого состояния или гибели вызывает сомнение, необходимо провести на трех-пяти деревьях сорта контрольные определения повреждения корневой системы. Для этого у взрослых и молодых деревьев следует провести раскопку корней по сектору (1/6—1/8 часть окружности) на глубину 40—60 см от здоровых, не поврежденных морозом корней. Вместо раскопки можно применять размывку корней, используя машину АНЖ-2 или РЖ-17. На корнях разного диаметра острым садовым ножом нужно сделать несколько поперечных и продольных срезов и



определить степень повреждения коры, камбия и древесины корней, залегающих на неопределенной глубине по слоям 0—20, 20—40, 40—60 см. Измерив радиус поврежденной и здоровой древесины каждого из анализируемых корней, указать степень их повреждения. В тех случаях, когда корни в верхних слоях (20—40 см) не повреждены, более глубокую раскопку проводить не следует.

Повреждения корней устанавливают по следующей шкале. Неповрежденные — кора, камбий и древесина корней здоровые (балл 0). Слабоповрежденные — кора здоровая, древесина имеет незначительные повреждения, которые занимают 10—15 % общей площади среза (1 балл). Среднеповрежденные — кора здоровая, поврежденные древесина корней и сердцевинные лучи древесины занимают 30—40 % общей площади среза (2 балла). Сильноповрежденные — поврежденные кора и камбий занимают более 25 % площади срезов или повреждено более половины древесины и сердцевинных лучей древесины (3 балла). Погибшие — полное вымерзание корней (4 балла).

Для лучшего восстановления поврежденных морозами плодовых деревьев необходимо провести следующие агротехнические мероприятия.

**Обрезка деревьев.** В системе ухода за поврежденными деревьями эта операция имеет особенно большое значение. Степень обрезки зависит от возраста дерева, силы и характера повреждения и породно-сортовых особенностей.

Прежде всего необходимо провести прореживание кроны (вырезку сухих, сломанных, пораженных вредителями и болезнями ветвей, а также тех, которые сильно наклонены к земле и мешают механизированной обработке почвы под деревьями).

У плодоносящих деревьев сливы, вишни, абрикоса, персика и других косточковых пород, у которых сильно или полностью вымерзли цветковые почки, при необходимости, кроме прореживания, можно проводить снижение кроны, перепрививку и омолаживающую обрезку.

Последнюю проводят на третьем или четвертом нормальном приросте основных скелетных ветвей длиной не менее 25—30 см. Боковые полускелетные ветки в зависимости от состояния деревьев укорачивают на 2—3-летнюю древесину. Деревья сливы, вишни и абрикоса, плодовые почки которых полностью погибли, можно перепривить более ценными сортами.

Перепрививку косточковых пород (черешни, абрикоса и сливы) целесообразно проводить не весной методом прививки черенком за кору, а летом, в июле—августе, путем окулировки. Чтобы вызвать рост молодых побегов, которые летом этого года

окулируют двумя глазками, весной основные скелетные и полускелетные ветви укорачивают на необходимую длину.

Степень обрезки яблони и груши зависит от возраста, силы и характера повреждения деревьев. Слабоповрежденные деревья яблони и груши обрезают согласно рекомендациям по закладке и уходу за садами.

У среднеповрежденных морозом плодоносящих деревьев вырезают и омолаживают скелетные и полускелетные ветви. При этом скелетные и полускелетные укорачивают на 3—4-летнюю древесину, а полускелетные — на 2—3-летнюю. Отдельные сильноповрежденные или погибшие скелетные ветви вырезают.

У молодых деревьев со средней степенью повреждения одновременно с прореживанием кроны вырезают все сильноповрежденные скелетные и полускелетные ветви.

В молодых садах при сильном подмерзании надземной части для восстановления можно срезать деревья на повторный рост. Если гибель произошла из-за повреждения корневой системы, деревья выкорчевывают и проводят реконструкцию насаждений. Погибшие деревья выкорчевывают. Выкорчевку молодых и плодоносящих деревьев можно проводить только после решения специально организованной комиссии в соответствии с установленным порядком списания основных производственных фондов.

У сильноповрежденных морозом плодоносящих деревьев полностью вырезают погибшие ветви, а подмерзшие укорачивают до здоровой древесины.

Обрезку сильно подмерзших деревьев следует отложить до начала распускания почек и полного выявления степени и характера повреждения. Как только у деревьев начнут хорошо пробуждаться точки роста, нужно укорачивать скелетные и полускелетные ветви в этих местах.

Сначала обрезают взрослые плодоносящие деревья яблони и груши, затем косточковые и последними — молодые деревья всех пород. При сильной степени повреждения необходимо проводить поправочную обрезку после распускания спящих почек.

Во время обрезки сильноповрежденных морозом молодых и плодоносящих деревьев яблони и груши ветви обрезают на кольцо, а у косточковых пород и особенно у персика лучше оставлять пенек длиной 10—12 см, т. к. у них плохо заживают большие раны.

У поврежденных деревьев древесина ветвей и ствола теряет механическую прочность и они разламываются под тяжестью урожая. Поэтому особое внимание необходимо обращать на чистоту поврежденных морозом деревьев и своевременную уборку урожая. Запаздывание с уборкой, особенно зимних сортов яблони, приводит к ослаблению деревьев и снижению их последующей морозоустойчивости.

**Уход за почвой.** Одним из важных элементов системы ухода за почвой в садах, пораженных морозами, является обеспечение их влагой. Особое внимание должно быть уделено снегозадержанию и сохранению влаги в почве в течение всего вегетационного периода. При отсутствии орошения почву необходимо содержать под черным паром. Это дает возможность накопить и сохранить влагу в почве, улучшить аэрацию, очистить землю от сорняков. При сплошном или полосном задернении особое значение приобретает своевременное скашивание травы и содержание приствольных полос (при полосном задернении) в рыхлом и чистом от сорняков состоянии.

Хорошие результаты дает мульчирование приствольных полос. При избыточном увлажнении почвы целесообразно во второй половине лета произвести посев сидератов и внести фосфорно-калийные удобрения из расчета 60—90 кг действующего вещества на гектар.

**Удобрение.** Поврежденные морозом деревья ранней весной подкармливают быстродействующими местными органическими и азотными минеральными удобрениями, равномерно внося их по всей площади под культивацию или дискование, а также после физиологического (июньского) опадения завязи.

Если ранней весной удобрения не были внесены, то после цветения их вносят в растворенном виде, заделывая на глубину 10—15 см, используя растениепитатели. На гектар вносят по 30—60 кг азотных и 120—135 кг/га калийных удобрений и по 90 кг/га фосфорных (по действующему веществу).

Калийные удобрения, как показали многолетние опыты отдела физиологии и зимостойкости УНИИС, повышают зимостойкость коры, камбия и древесины ветвей на 1,5—2 балла, а урожайность — на 15—20 %. Калийные удобрения следует вносить весной в борозды, которые нарезают вдоль ряда по обе стороны на расстоянии 1,2 м от ряда на глубину 15—16 см.

При подкормке плодовых деревьев после физиологического (июньского) опадения завязи навозную жижу разводят в 3 раза, птичий помет — в 12 раз, 1 кг минеральных удобрений разбавляют в 5—6 ведрах воды.

Из калийных удобрений предпочтение следует отдавать калийной соли или совместному внесению сернокислого калия и калийной соли. Опыты лаборатории зимостойкости УНИИС показали, что нитратные формы калийных удобрений снижают зимостойкость деревьев яблони зимнего срока созревания.

Нельзя допускать перегрузки урожаем деревьев, поврежденных морозами, так как это может не только затруднить их восстановление, но даже привести к гибели. Избе-

жать этого можно путем омолаживающей обрезки, нормирующей урожай, и применения регуляторов роста.

В целях ускорения восстановления деревьев, поврежденных морозом, следует применять некорневую подкормку раствором мочевины в концентрации 0,4—0,5 % через 10—15 дней после цветения. Затем подкормку повторяют через 7—10 дней. При второй подкормке в мочевины целесообразно добавить раствор хлористого калия в концентрации 0,5 %.

**Уход за поврежденными штамбами плодовых деревьев.** Повреждение штамбов и развилки основных скелетных ветвей морозобоинами и солнечными ожогами наиболее распространенный, а поэтому и опасный тип повреждения, который приводит к значительному снижению урожайности, ухудшению качества плодов и сокращению продуктивного периода деревьев.

Повреждения штамбов наблюдаются как у молодых, так и у взрослых деревьев. В начале поврежденная кора на штамбах имеет вид пятен разной формы и размера, а также трещин. Со временем она отмирает и оголяется древесина.

Для восстановления деревьев, как показали опыты отдела физиологии и зимостойкости УНИИС (В. В. Грохольский), поврежденные места на штамбах необходимо расчистить до здоровой коры или древесины и смазать садовым варом с добавлением 0,25—0,5 % КАНУ, гиббереллина или гетероауксина. Чтобы предотвратить возможность образования ожогов или морозобоин, штамбы молодых деревьев на зиму обвязывают перфорированной белой пленкой, а если ее нет — бумагой, в теплые дни, когда температура воздуха достигнет плюс 4—5 °С и выше, необходимо штамбы и скелетные ветки побелить водоземлюсионной краской В-511 или его аналогом ЭВА-27А. В садах, где использовали краску ВС-511, весной или летом не следует применять медьсодержащие препараты против болезней, так как при этом она теряет свои защитные свойства. Обвязку с поврежденных штамбов молодых деревьев снимают после появления листьев.

Лучшие результаты в защите штамбов от солнечных ожогов, морозобоин и различных грызунов, как показали опыты В. В. Грохольского, получены при использовании полимерных винипластовых сеток, которые одевают на деревья раз в 5—6 лет. Они хорошо защищают штамбы, уменьшают перегрев тканей ствола и скелетных ветвей в солнечные морозные дни на 4—6 °С и защищают кору от вредного действия ультрафиолетовых лучей, разрушающих пигментную систему живых клеток флоэмы.

Деревья с глубокими морозобоинами и значительными повреждениями коры на штамбе можно оздоровить прививкой мости-

ком. Для мостиков следует использовать корневую поросль. Если поросли нет, можно прививать черенками или специально посаженными с обеих сторон дерева саженцами или сеянцами.

Важным агротехническим приемом, повышающим морозостойкость деревьев ценных сортов яблони, груши и косточковых культур, является прививка их в крону морозостойких сортов. Прививка сортов яблони зимнего срока созревания (Ренет Симиренко, Бойкен, Джонатан и др.) в крону Боровинки или Антоновки обыкновенной, а осенне-зимних сортов груши в крону Александровки или груши лесной обеспечивает лучшую перезимовку в годы с суровыми зимами и более высокие урожаи, чем прививка в корневую шейку. Прививку (окулировку) проводят в год посадки или в следующем году в нижней части основных ветвей на расстоянии 20—35 см от ствола. Центральный проводник прививают на высоте 40—45 см от основания самой высшей боковой ветви.

На второй год рано весной, до начала сокодвижения, ветви срезают над прижившимися заокулированными глазками, оставляя шипики длиной 16—18 см, к которому затем привязывают молодые побеги. Если на некоторых ветвях глазки не прижились, то эти ветви на следующий год прививают черенками.

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ САЖЕНЦОВ И ПОДВОЕВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЮ**

Повреждения саженцев морозами в питомниках, как и деревьев в садах, в зимы с неблагоприятным сочетанием метеорологических факторов очень разнообразны.

Для определения степени и характера повреждения саженцев и разработки мероприятий по уходу за ними в питомниках и в прикопках рано весной проводят обследование. В прикопке отбирают, а во втором и третьем полях выкапывают по 3—5 саженцев каждого сорта, каждой породы (если питомник расположен на склоне, для просмотра надо отбирать саженцы с верхней и нижней частей склона), тщательно осматривают их, отмечают мертвые корни, а также имеющуюся на поверхности плесень, что свидетельствует о вымерзании коры и камбия корней.

Затем через каждые 5 см садовым ножом делают поперечные срезы от верхней части однолетнего саженца или подвоя до корневой шейки, а также анализируют корни разного диаметра. По цвету коры и древесины определяют степень повреждения растений.

Здоровыми считают те саженцы и подвои, у которых нет ни внешних, ни внутренних признаков повреждения (на срезах

тканей штамбов, побегов и корней имеется светло-серая или белая окраска сердцевины, древесины и камбия, ткани коры — зеленоватые).

К слабоповрежденным относят те саженцы и подвои, у которых нет внешних признаков повреждения, но на срезах побегов и штамбов повреждена сердцевина и частично древесина — не более 5—10 % общей площади среза. Корни у таких саженцев и подвоев не повреждены.

У среднеповрежденных растений отсутствуют внешние признаки подмерзания или повреждена верхняя часть саженцев. Древесина надземной части таких саженцев повреждена меньше половины всей площади среза или повреждены корни. При повреждении корней кора и камбий здоровые, а древесина повреждена частично — до 20 % площади среза.

К сильноповрежденным относят саженцы и подвои, у которых кора, камбий, древесина корней полностью вымерзли или сильно повреждены кора и камбий; надземная часть имеет кольцевое повреждение выше корневой шейки; сильно повреждена древесина ствола (более 50 % общей площади среза), а кора имеет сажистый налет; вымерзла надземная часть выше линии снегового покрова, а корни сохранились.

Все семенные подвои, поврежденные в местах окулировки и ниже, независимо от степени их подмерзания следует выбраковывать. Вегетативно размножаемые подвои можно использовать для закладки маточников.

Слабоврежденные морозом саженцы формируют так же, как и здоровые, а среднеповрежденные саженцы во время обрезки для формирования крон укорачивают несколько сильнее по сравнению со здоровыми.

Поврежденную верхнюю часть срезают. Сильноповрежденные однолетние саженцы с оставшейся небольшой частью ствола (высотой 10—15 или 20—30 см) срезают ниже поврежденного места на повторный рост.

Плодовые саженцы с сильноповрежденной корой в нижней части ствола или по всей его длине срезают ниже места повреждения для восстановления роста.

Саженцы со слабым и средним повреждением разрешается высаживать в сад. В течение лета за ними проводят тщательный уход. В засушливых районах 2—3 раза поливают с систематическим рыхлением почвы и мульчированием приствольных кругов.

Подвои и саженцы с сильным повреждением выбраковывают и к посадке не допускают.

Морозами повреждаются также саженцы и подвои в прикопке. Опыты лаборатории зимостойкости УНИИС показали, что са-

женцы и подвои с поврежденными корнями, когда повреждены их камбий и кора, к посадке непригодны, так как они или гибнут в первый год посадки, или плохо растут. Не следует также высаживать в сад саженцы с потрескавшейся корой, отстающей от древесины в различных частях штамба. Поврежденные концы корней перед посадкой саженцев в сад следует срезать до неповрежденного места. Если частично повреждена древесина (менее 50 %), а кора и камбий корней здоровые, саженцы, так же как и неповрежденные, обрезают и высаживают в сад. При одностороннем растрескивании коры их можно использовать для посадки.

Если у двулетних саженцев в средней и нижней частях ствола на коре имеются темные пятна (кора как бы покрыта сажистым налетом), их необходимо выбраковывать. У таких саженцев сильно повреждена древесина ствола.

Непригодными для посадки являются саженцы, имеющие повреждения коры в виде пятен вокруг почек.

Рано весной саженцы, поврежденные морозом во втором и третьем полях питомника, необходимо подкормить полным минеральным удобрением из расчета 30—45 кг/га азота и по 60 кг/га фосфора и калия, а также применять некорневую подкормку карбамидом. Во второй половине лета во втором и третьем полях питомника саженцы вторично подкармливают фосфорными и калийными удобрениями. Удобрения вносят в борозды на глубину 10—12 см на расстоянии 15—20 см от ряда из расчета 60 кг действующего вещества на гектар. В условиях недостаточного увлажнения эффективность удобрений снижается.

Влажность почвы имеет первостепенное значение для восстановления поврежденных морозом саженцев. Наиболее интенсивно восстанавливаются они в условиях равномерного постоянного увлажнения. При недостаточном и особенно неравномерном увлажнении восстановление поврежденных морозом растений почти не происходит. Поэтому на протяжении лета необходимо следить за тем, чтобы почва во всех полях питомника была достаточно влажной. Для этого в течение лета следует систематически рыхлить почву в междурядьях и рядах, а на орошаемых участках — поливать.

В питомнике систематически ведут борьбу с болезнями и вредителями. В случае гибели большого количества глазков подвои с погибшими глазками следует срезать ниже мест окулировки на повторный рост и после вновь окулировать, строго сохраняя сортовую чистоту. В третьем поле питомника будут получены двулетки и сильные однолетки.

Повреждение саженцев и подвоев в прикопке в годы с неблагоприятным сочетанием метеорологических факторов — нередкое яв-

ление. В отдельные годы гибель однолетних саженцев от морозов в прикопке в специализированных совхозах составляет от 20,9 до 49,7 % и более. При резких колебаниях температуры повреждаются в основном кора и камбий ствола саженцев, в средней части растения при продолжительных и сильных морозах вымерзает верхняя часть саженцев, в разной степени повреждается также и древесина ствола или же вымерзает полностью надземная часть растений. В малоснежные зимы в северных и северо-восточных районах нередки случаи повреждения и гибели корневой системы у саженцев и подвоев, последние нередко погибают на 50—60 % и более.

В целях сохранения подвойного и посадочного материала плодовых от зимних повреждений в отделе физиологии и зимостойкости УНИИС разработан способ зимнего хранения саженцев и подвоев, обеспечивающий 100 %-ную сохранность их от зимних повреждений. Предлагаемый способ хранения саженцев и подвоев позволяет не только сохранить без повреждений растения, но и проводить в более ранние сроки посадку саженцев в сад, осуществлять зимние прививки, совершенствовать технологию подготовки саженцев для посадки их в сад (Соловьева М. А., 1975).

Саженьцы и подвои хранят в специальных хранилищах или в подвальных помещениях во влажном песке при температуре 0—2 °С. Для этой цели используют речной песок, который засыпают на цементный пол слоем 35—40 см и хорошо увлажняют. В песке делают канавки, устанавливают плотно в ряды саженцы, засыпают песком (между корнями не должно быть пустот) и хорошо поливают. В течение зимы каждые 10—15 дней проверяют влажность песка, которая должна поддерживаться на уровне 60—70 % наименьшей влагоемкости, а также температуру и относительную влажность воздуха. Последняя не должна быть ниже 80—90 %. В хранилищах должны быть психометры для наблюдения за влажностью воздуха и температурой. Регистрируют температуру 1—2 раза в декаду, поливают растения в песке в зависимости от температуры и влажности воздуха, но не реже одного раза в декаду. Для уменьшения испарения саженцы и подвои сверху покрывают полиэтиленовой пленкой. Песок в хранилищах можно использовать в течение нескольких лет.

Хранение саженцев и подвоев в хранилище полностью исключает возможность их повреждения морозами в осенне-зимний период. Этот способ хранения следует широко применять в питомниководческих хозяйствах, особенно учитывая, что в районах с неблагоприятным сочетанием метеорологических факторов осенью и зимой рекомендуется весенняя посадка саженцев, а не осенняя.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ, СМОРОДИНЫ, КРЫЖОВНИКА И МАЛИНЫ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЮ**

Степень повреждения ягодных насаждений ранней весной устанавливают, обследуя не менее 100 кустов земляники разного возраста каждого сорта и по 50 кустов растений смородины, крыжовника и малины.

В зимнее время повреждение кустовых ягодников определяют способом отращивания, для чего из 3—5 кустов срезают по 4—5 ветвей каждого сорта, переносят их в теплое помещение и помещают в воду. По мере распускания почек проводят учет степени подмерзания растений.

При слабом повреждении надземной части смородины, крыжовника и малины, когда повреждена верхняя часть побега, обрезку проводят как обычно, при среднем и сильном повреждении вырезают все полностью погибшие ветви и обрезают до здоровой древесины ветки, поврежденные морозом и мучнистой росой.

Степень повреждения насаждений земляники в зимний период определяют методом отращивания растений в монолитах, а ранней весной путем тщательного осмотра их непосредственно на участке. При этом учитывают процент повреждения почек или сердечек (у поврежденных растений листья или сердечки коричневые), а также при раскопке растений анализируют состояние корневища и прежде всего степень повреждения камбия и клеток камбиальной зоны. У земляники, так же как и у всех растений семейства Rosaceae, поврежденные ткани коричневато-бурого цвета, неповрежденные — светло-зеленого или серовато-белого.

Уход за поврежденной морозами плантацией земляники и кустовых ягодников должен быть тщательным. Необходимо проводить ранневесеннюю подкормку минеральными удобрениями по мерзлоталой почве из расчета 30—45 кг/га азота, фосфора и калия, в течение вегетационного периода — своевременные поливы, рыхление и мероприятия по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками.

В возможно ранние и сжатые сроки следует проводить ремонт пострадавших от мороза плантаций, в первую очередь молодых, восстановить количество высаженных растений. Для поддержания хорошей ростовой активности растений необходимо усилить агротехнические мероприятия по регулированию водного и питательного режимов почвы. В целях сохранения почвенной влаги особо важное значение приобретает своевременность первой обработки и регулярное проведение последующих рыхлений почвы в течение вегетации. Одним из наиболее эффективных мероприятий по снижению потерь поч-

венной влаги является мульчирование. В качестве мульчи можно использовать увлажненный торф, перегной и другие материалы.

В районах недостаточного увлажнения необходимо организовать систематическое орошение.

## **БОРЬБА С ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ**

В системе мероприятий по сохранению урожая и восстановлению поврежденных морозами деревьев важное значение имеет своевременное и качественное проведение борьбы с вредителями и болезнями. Поврежденные деревья нельзя опрыскивать минеральными маслами, так как через места повреждений они могут проникать в ткани побегов и веток и вызывать их гибель.

Весной, после обрезки деревьев, все поврежденные морозом места на штамбах, основных скелетных ветвях и стволах необходимо очистить от мертвой коры и замазать садовым варом или краской на натуральной олифе с добавлением 0,25—0,5 % КАНУ, гетероауксина или гиббереллина. При этом замазывают все места срезов ветвей толще 2—3 см.

В период до распускания почек проводят опрыскивание 1 %-ным ДНОК против зимующих стадий калифорнийской и других щитовок, тлей, клещей, медяниц и других вредителей. В период от распускания почек до обособления бутонов следует провести опрыскивание 2 %-ной бордоской жидкостью («голубое» опрыскивание).

Очень важно, чтобы листья на деревьях на протяжении всего лета не повреждались вредителями и болезнями и не подвергались ожогам от опрыскивания, поэтому опрыскивать следует рано утром или вечером, строго следя за концентрацией и качеством рабочей жидкости. В летний период необходимо воздерживаться от применения медьсодержащих препаратов.

## **УЧЕТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ МОРОЗОМ ДЕРЕВЬЕВ**

Последствия суровой зимы могут оказывать влияние на плодовые деревья в течение нескольких лет, поэтому особое внимание необходимо уделять уходу за поврежденными насаждениями в первые годы после суровой зимы с тем, чтобы обеспечить образование новых годичных слоев древесины, нового прироста и здоровых зеленых листьев. В процессе интенсивного роста происходит оздоровление поврежденных морозом деревьев, что способствует получению хороших урожаев у слабо- и средневредженных деревьев.

Необходимо также проводить учет восстановления деревьев, имеющих разную степень повреждения в целях прогнозирования

урожайности деревьев на последующие годы и определения необходимого количества посадочного материала для реконструкции поврежденных садов.

При оценке общего состояния садов принимают во внимание степень повреждения морозом и интенсивность восстановления средне- и сильноповрежденных деревьев.

Учет восстановления деревьев проводят летом, когда повреждения от мороза наглядно проявляются. Анализ степени восстановления начинают с общего осмотра дерева. Состояние деревьев определяется по пятибалльной шкале: балл 1 — дерево находится в стадии отмирания вследствие сильного повреждения морозами; прирост побегов отсутствует, отрастания почек нет; балл 2 — листья мелкие, светло- или желтовато-зеленые, с некрозами, усыхает больше половины скелетных ветвей, кора на штамбе повреждена свыше 1/3 части; балл 3 — листья зеленые, на отдельных ветвях светло-зеленые, рост слабый, на стволе и скелетных ветвях повреждена кора до 1/3 части (на коре имеются небольшие трещины); при хорошем уходе дерево может быть восстановлено; балл 4 — листья зеленые, рост умеренный, прирост побегов продолжения составляет не менее 25—30 см, незначительная часть ветвей вымерзла, на коре штамбов встречаются небольшие локализованные пятна отмершей коры; балл 5 — листья интенсивно-зеленые, прирост побегов продолжения составляет не менее 35—40 см, на срезах 3—4-летних ветвей периферийные ткани древесины здоровые.

Если дерево вымерзло или сильно пострадало из-за подмерзания корней, то об этом указывается отдельно.

Количество учетных деревьев каждого сорта берется 15—25, учетных веток 10. Из 5 учетных деревьев для анализа тканевой повреждаемости срезают по две 4—5-летние ветви и определяют повреждение коры, камбия и древесины на поперечных срезах ветвей разного возраста.

#### **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ НАСАЖДЕНИЙ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР**

Рост, развитие и урожайность плодовых деревьев в значительной мере зависят от степени устойчивости их к морозам. Морозоустойчивость плодовых деревьев формируется при определенных внешних условиях и зависит от особенностей сорта, подвоя, рельефа участка, типа почвы и применяемой агротехники.

Основным требованием к садовому участку в морозоопасных районах является обеспечение хорошего воздушного дренажа. Пониженные участки, лишенные стока холодного воздуха, непригодны для закладки садов.

При закладке новых садов участки должны быть спланированы, а при близком залегании грунтовых вод обязательны мелиоративные работы. Если отсутствует естественная защита, участки должны быть обсажены садовозащитными насаждениями, предохраняющими сад от ветров, способствующими повышению влажности воздуха и снегонакоплению. В то же время они не должны препятствовать оттоку холодного воздуха и не затруднять работу сельскохозяйственной авиации при защите садов от вредителей и болезней.

При выборе участка под сад следует учитывать, что как недостаточная, так и избыточная влажность резко снижают морозоустойчивость плодовых деревьев. Лучше зимуют деревья при выращивании их в условиях постоянного равномерного увлажнения.

В зонах с бесснежными и малоснежными зимами, где возможно подмерзание корней, закладка насаждений на легких супесчаных глубокопромерзающих почвах нежелательна.

Минеральные удобрения, внесенные весной в соответствии с принятой системой удобрений, создают условия для лучшего роста и развития растений и способствуют повышению их зимостойкости. Фосфорно-калийные удобрения, внесенные в конце июля и в первой декаде августа, также повышают зимостойкость деревьев.

Высокая зимостойкость плодовых деревьев отмечается в тех случаях, когда весной под них вносят азотные и калийные удобрения или когда весной вносят азотные, а во второй половине вегетационного периода дополнительно фосфорно-калийные удобрения.

При достаточном увлажнении во второй половине лета необходимо проводить посев сидеральных культур с одновременным внесением фосфорно-калийных удобрений. В орошаемых садах при ограниченных запасах влаги осенью, кроме вегетационных поливов, следует применять подзимние влагозарядковые поливы.

Глубокая осенняя вспашка почвы в садах, особенно вблизи рядов, увеличивает опасность подмерзания корневой системы. В связи с этим в садах на дерново-подзолистых и оподзоленных супесчаных почвах, где корни размещены более поверхностно, ее необходимо заменить дискованием на глубину не более 10—12 см, а на черноземных почвах применять вспашку на глубину не более 16—18 см при выращивании деревьев на семенных и 10—14 см на вегетативных подвоях.

Важное значение в подготовке растений к зиме и повышении их зимостойкости имеет своевременная уборка урожая, особенно сортов с поздним сроком созревания плодов.

Для защиты штамбов и основных скелетных ветвей плодовых деревьев от солнечных ожогов и морозобоин осенью необходимо при-



менять побелку их водоземлемыми красками с добавлением репеллентов или обвязку полимерными сетками, бумагой либо перфорированными пленками, виниловыми сетками и исключить применение масел и минерально-масляных эмульсий в осенний период, которые резко снижают зимостойкость плодовых растений во всех зонах Советского Союза.

Защита садов от вредителей и болезней должна обеспечить сохранение в здоровом состоянии листового аппарата в течение всего вегетационного периода, а система содержания почвы в саду и уход за надземной частью дерева — интенсивный рост в первой половине вегетационного периода и своевременное окончание ростовых процессов, особенно активной деятельности камбия во второй половине вегетации с последующим вступлением растений в период покоя и прохождения процессов закалки.

Большую роль в формировании морозостойкости и продуктивности плодовых деревьев играет площадь листовой поверхности, ориентация листьев в кроне и их физиологическое состояние. С улучшением радиационного режима у них повышается интенсивность фотосинтеза (у яблони в 1,5—3,2 раза), увеличивается содержание запасных защитных веществ, стабилизируется водоудерживающая способность тканей, наблюдается повышение продуктивности и морозостойкости.

В повышении морозостойкости молодых деревьев яблони важную роль играет форма их кроны. Растения с плоской кроной при оптимальном радиационном режиме, исключая взаимное затенение листьев, более устойчивы к низким и переменным температурам, чем растения с обычной округлой кроной. При формировании деревьев имеет значение степень ажурности кроны (естественной или искусственно создаваемой путем обрезки), так как загущение

приводит к снижению общей продуктивности растений и их морозостойкости.

В районах с недостаточным увлажнением, где сады могут вымерзать вследствие летней засухи, важными приемами повышения морозостойкости плодовых деревьев являются содержание почвы под черным паром и орошение. Поливать сад надо своевременно, не допуская переувлажнения отдельных его участков. Влажность почвы в период интенсивного роста плодовых деревьев не должна опускаться ниже 70—80 % НВ. В конце вегетационного периода допустимо некоторое снижение влажности почвы, однако доводить ее до величины, близкой к коэффициенту завядания растений, нельзя. В противном случае в зимнее время вымерзают цветковые почки (у черешни и абрикоса), корневая система, повреждаются морозом стволы и развилки ветвей плодовых деревьев.

Зимой и ранней весной необходимо наблюдать за перезимовкой плодовых деревьев в садах, саженцев в питомниках и ягодных насаждений и в соответствии с изменением метеорологических факторов в зимний и ранневесенний периоды прогнозировать состояние плодовых насаждений и применять мероприятия по защите их от действия морозов. Таким образом, регулируя условия выращивания и отбирая устойчивые к неблагоприятным факторам среды сорта и подвои, можно в значительной степени сократить количество поврежденных и вымерзших плодовых растений в годы с суровыми зимами. Следует помнить о том, что высокая морозостойкость плодовых культур формируется в течение всего вегетационного периода на протяжении нескольких лет.

В данном разделе использованы материалы Рекомендаций по восстановлению плодовых и ягодных растений, поврежденных морозами в зиму 1978/79 г. (Соловьева М. А., Шеремет И. А., Морозов А. В., Тупицын Д. И., Побетова Т. А., 1979).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брайон О. В. Флуоресцентна мікроспорія рослинних клітин і тканин.— К.: Вища шк., 1973.— 237 с.
2. Генкель П. А., Окнина Е. З. Состояние покоя и морозоустойчивость плодовых растений.— М.: Наука, 1964.— 242 с.
3. Евстратов А. И. Регенерация почек вишни после искусственного промораживания // Вишня и черешня.— К.: Урожай, 1975.— С. 47—51.
4. Елманов С. И., Яблонский Е. А., Шолохов А. М. Морфофизиологические особенности и зимостойкость цветковых почек абрикоса // Докл. совет. ученых XVII Международ. конгр. по садоводству.— Мериленд, США, 15—20 августа, 1966 г.— М., 1966.— С. 91—98.
5. Кефели В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны.— М.: Наука, 1974.— 254 с.
6. Квиклис А. М. Подмерзание и восстановление яблони в зависимости от условий произрастания и некоторых приемов агротехники в Литовской ССР // Зимостойкость плодовых и ягод. культур и их восстановление в связи с повреждением морозами.— Мичуринск, 1982.— Вып. 35.— с. 66—73.
7. Красавцев О. А., Туткевич Г. И. Электронномикроскопическое исследование замерзания и вымерзания древесных растений // Физиология растений.— 1970.— № 17.— С. 385—394.
8. Красавцев О. А. Калориметрия при температурах ниже нуля.— М.: Наука, 1972.— 116 с.
9. Кушниренко М. Д. Физиология водообмена и засухоустойчивость плодовых растений.— Кишинев.: Карта молдовеняску, 1967.— 216 с.
10. Леопольд А. Рост и развитие растений.— М.: Мир, 1960.— 464 с.
11. Махсимов Н. А. О вымерзании и холодостойкости растений / Эксперим. и критические исслед.— СПб.: Изд-во Лесн. ин-та, 1913.— 350 с.
12. Метлицкий З. А. Зимнее повреждение плодовых деревьев.— М.: Сельхозгиз, 1956.— 91 с.
13. Оканенко А. С., Берштейн Б. И. Калий, фотосинтез и фосфорный метаболизм у свеклы.— К.: Наук. думка, 1969.— 211 с.
14. Проценко Д. Ф. Морозоустойчивость плодовых культур СССР.— К.: Изд-во КГУ, 1958.— 392 с.
15. Ракитина З. Г. Влияние газового состава атмосферы на морозоустойчивость растений озимой пшеницы // Физиология растений.— 1967.— Т. 4.— С. 98.
16. Самыгин Г. А. Причины вымерзания растений.— М.: Наука, 1974.— 191 с.
17. Соловьева М. А., Починок Х. Н., Оканенко А. С. Интенсивность фотосинтеза у яблони при омолаживающей обрезке // Фотосинтез и пигменты как факторы урожая.— К., 1965.— С. 48—54.
18. Соловьева М. А. Зимостойкость плодовых культур при разных уровнях выращивания.— М.: Колос, 1967.— 238 с.
19. Соловьева М. А. Физиологические основы формирования морозоустойчивости плодовых растений и защиты от зимних повреждений // Сельскохозяйственная биология.— 1983.— № 7.— С. 108—113.
20. Степанов С. Н. Плодовый питомник.— М.: Колос, 1981.— 350 с.
21. Туманов И. И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений.— М.: Сельхозгиз, 1940.— 366 с.
22. Туманов И. И., Красавцев О. А., Трунова Т. И. Изучение процесса льдообразования в растениях путем измерения тепловых выделений // Физиология растений.— М., 1969.— Т. 16, Вып. 5.— С. 907.
23. Урсуленко П. К., Веньямино А. Н., Заец В. К. и др. Повреждение садов морозами и мероприятия по их восстановлению.— М.: Сельхозгиз, 1944.— 136 с.
24. Чендлер У. Х., Плодовый сад.— М.: Огиз + Сельхозгиз, 1974.— 35 с.
25. Шестопаль Э. А. Про шкідливість антракнозу чорної смородини і заходи боротьби з ним в умовах західних областей України // Садівництво.— К., 1969.— Вип. 11.— С. 97—101.
26. Sakai A. Proc. Internat. Conf. on Low Temperat Sci.— Sapporo, 1966.— 2.— 119 P.
27. Solovieva M. A. Winter hardiness of fruit plants. Proc. XIX. Int. Horticultural Congress. III.— Warszawa. 1974. pp. 93—104.
28. Solovieva M. A., Mank V. V., Brechunec A. L. Various levels of nitrogen nutrition, functional injuries, tissue watering and frost resistance of apricot culture and decline.— Yerevan. 1977.— pp. 53—76.
29. Steinmetz F. H., Hilborn M. T. A histological evaluation of low temperature injury to apple trees // Meine Agr. Exp. Sta.— Bull, 1937.— P. 1—32.
30. Weiser C. I. Cold Resistance and Injury in Woody Plants // Science, 1970.— Vol 169, № 3952. p. 9—18.

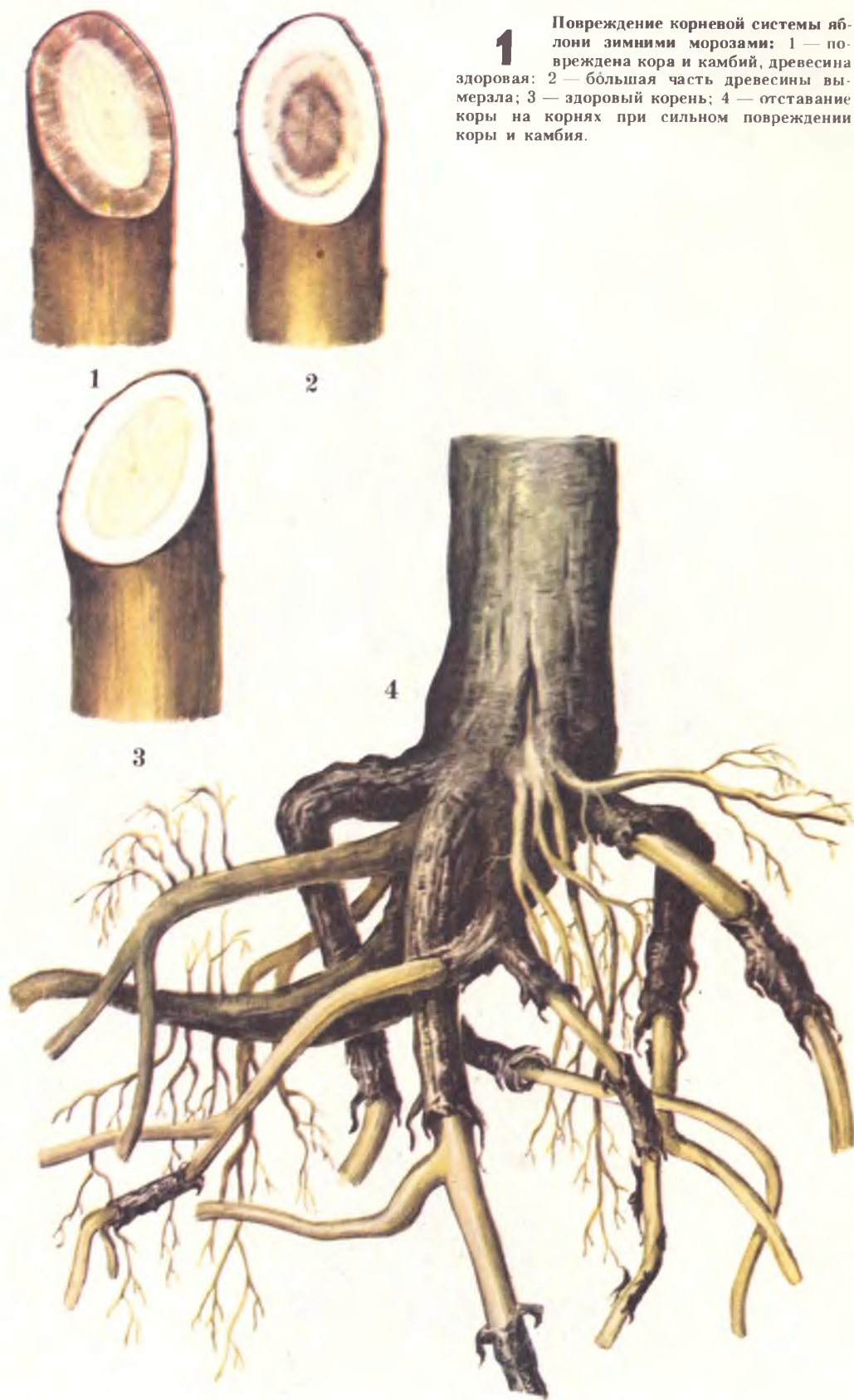
---

## **ЦВЕТНЫЕ ТАБЛИЦЫ**

### **Художники**

**М. Н. Усов,  
А. В. Плащанский,  
Т. С. Ивковская-Дрич,  
Н. К. Смага**

**1** Повреждение корневой системы яблони зимними морозами: 1 — повреждена кора и камбий, древесина здоровая; 2 — большая часть древесины вымерзла; 3 — здоровый корень; 4 — отставание коры на корнях при сильном повреждении коры и камбия.





**2** Повреждение корневой системы яблони зимними морозами: 1 — поперечный срез корня с поврежденной центральной частью древесины, образование нового корня; 2 — повреждена древесина, кора и камбий здоровые; 3 — отрастание корней на второй год посадки деревьев в сад.



1

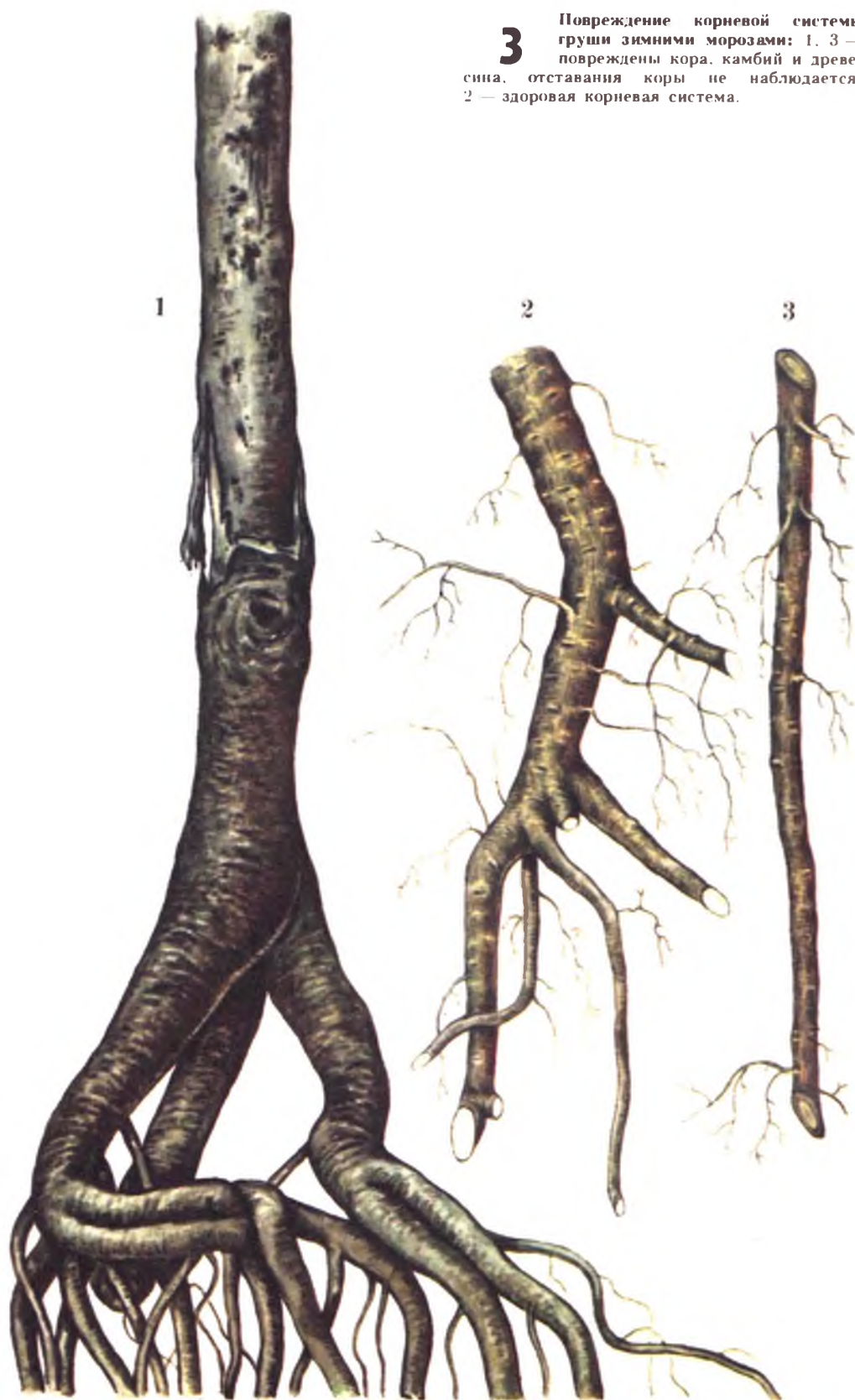


2



3

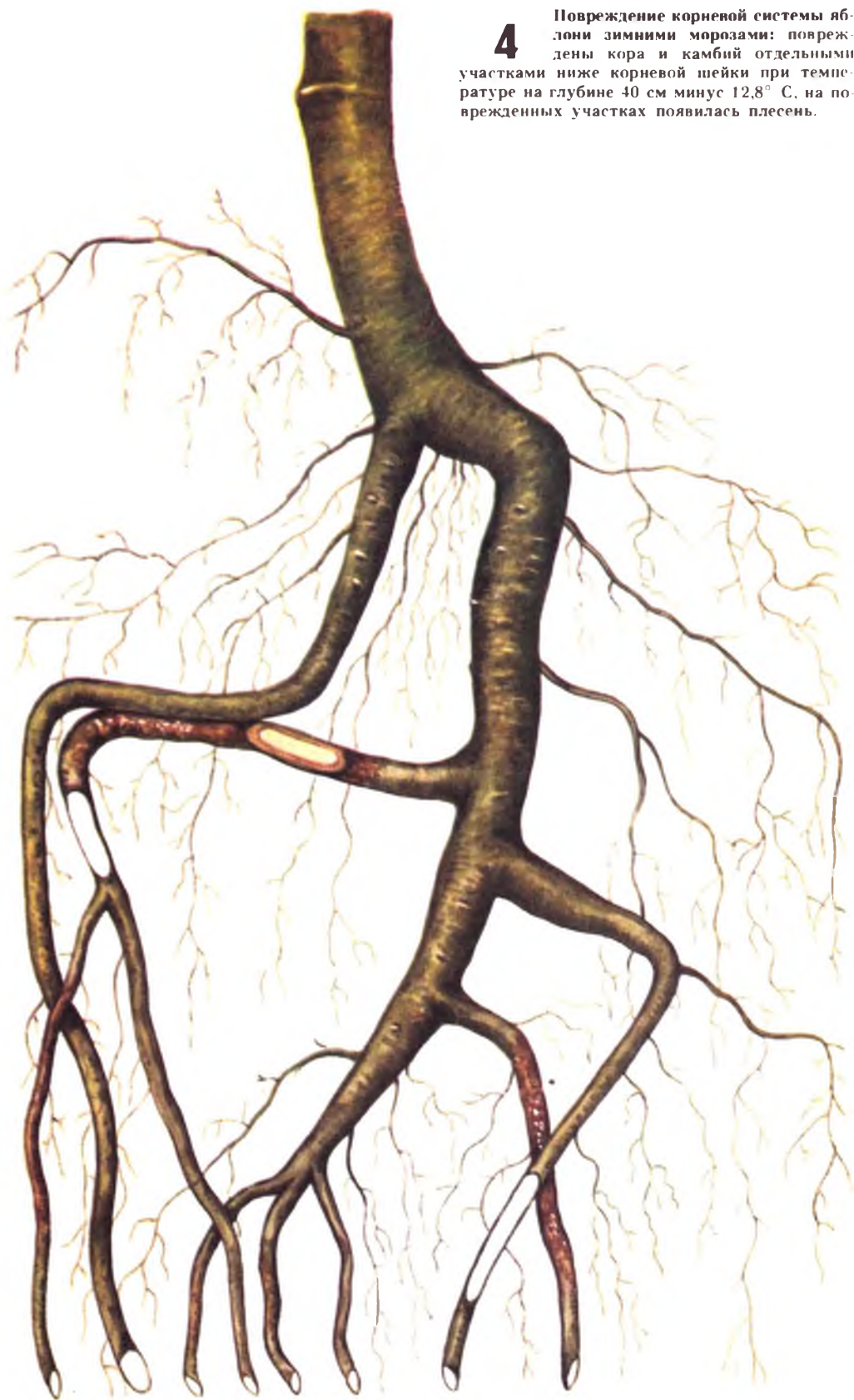
**3** Повреждение корневой системы  
груши зимними морозами: 1, 3 —  
повреждены кора, камбий и древе-  
сина, отставания коры не наблюдается;  
2 — здоровая корневая система.





4

Повреждение корневой системы яблони зимними морозами: повреждены кора и камбий отдельными участками ниже корневой шейки при температуре на глубине 40 см минус 12,8° С. на поврежденных участках появилась плесень.



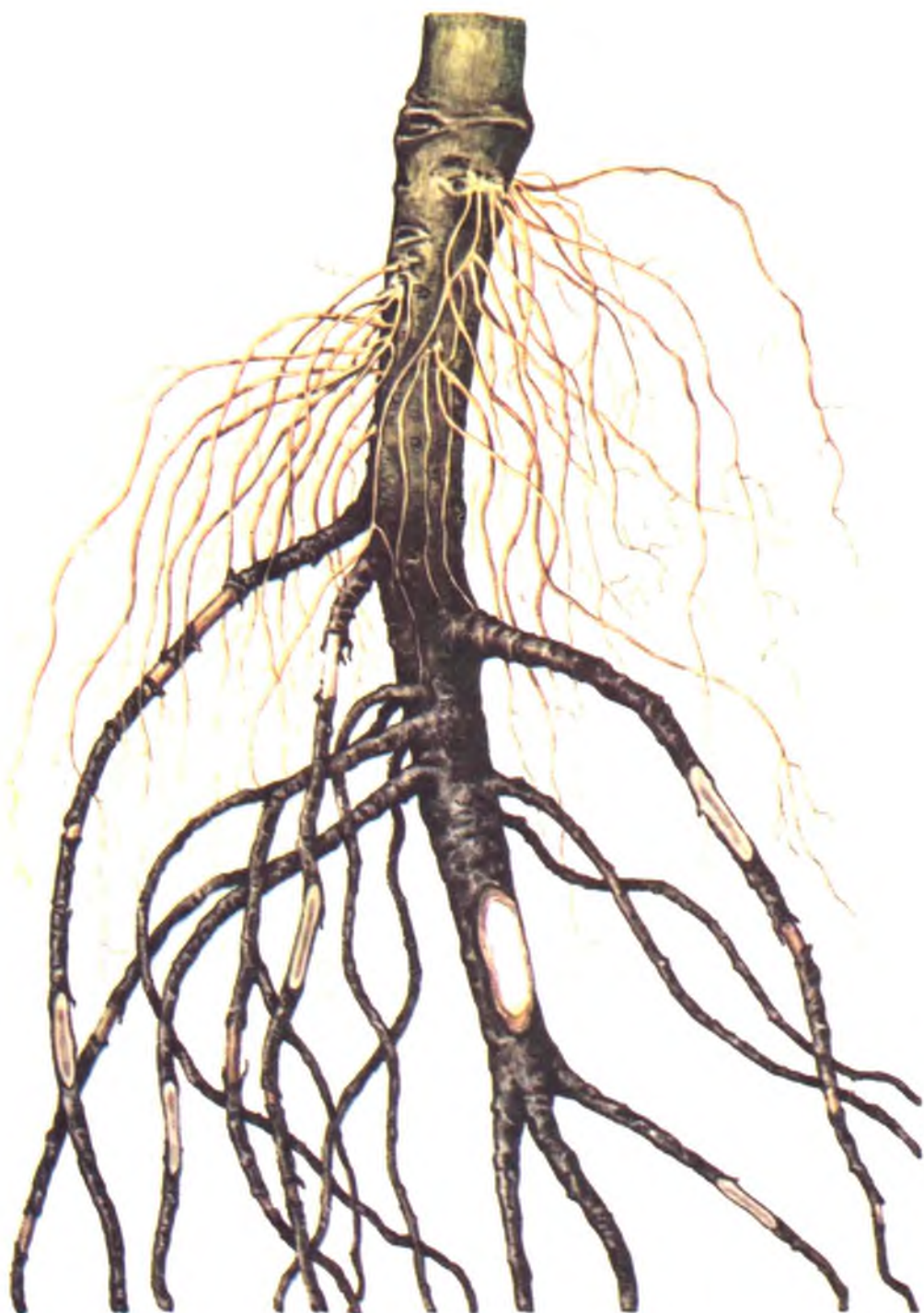
# 5

Повреждение корневой системы саженца яблони осенними морозами:

1, 3 — после зимнего хранения в песке в подвале на толстых и тонких корнях, у которых кора и камбий мертвые, местами на коре появилась плесень; 2 — здоровый корень, не подвергавшийся воздействию низких отрицательных температур.



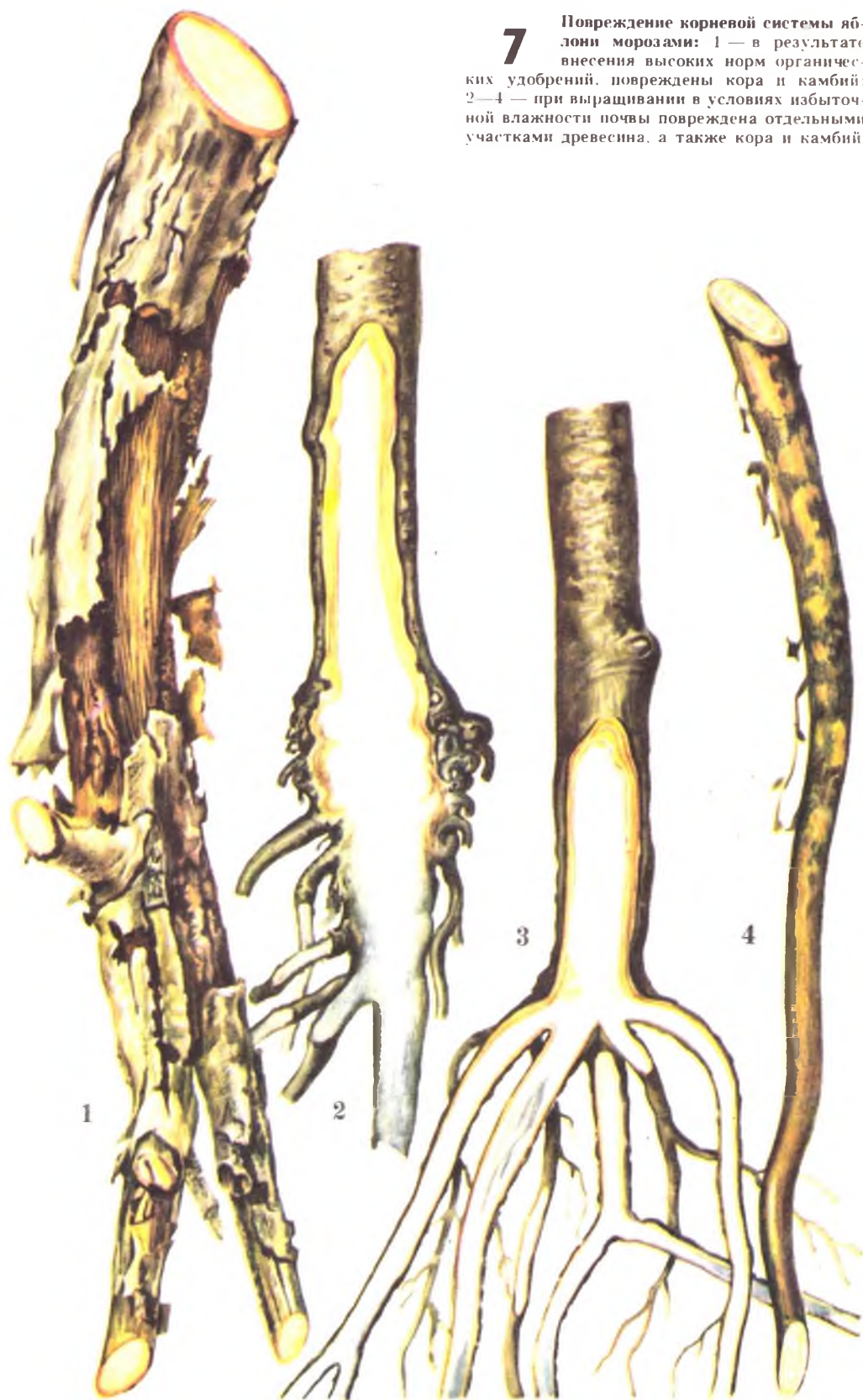
**6** Повреждение корневой системы саженца яблони морозами в конце зимы: все корни в нижней части плодовой дуги (III) вымерзли, в верхней — кора и камбий не поврежденные, в течение лета вблизи корневой шейки образовались новые корни.





7

Повреждение корневой системы яблони морозами: 1 — в результате внесения высоких норм органических удобрений, повреждены кора и камбий; 2—4 — при выращивании в условиях избыточной влажности почвы повреждена отдельными участками древесина, а также кора и камбий.



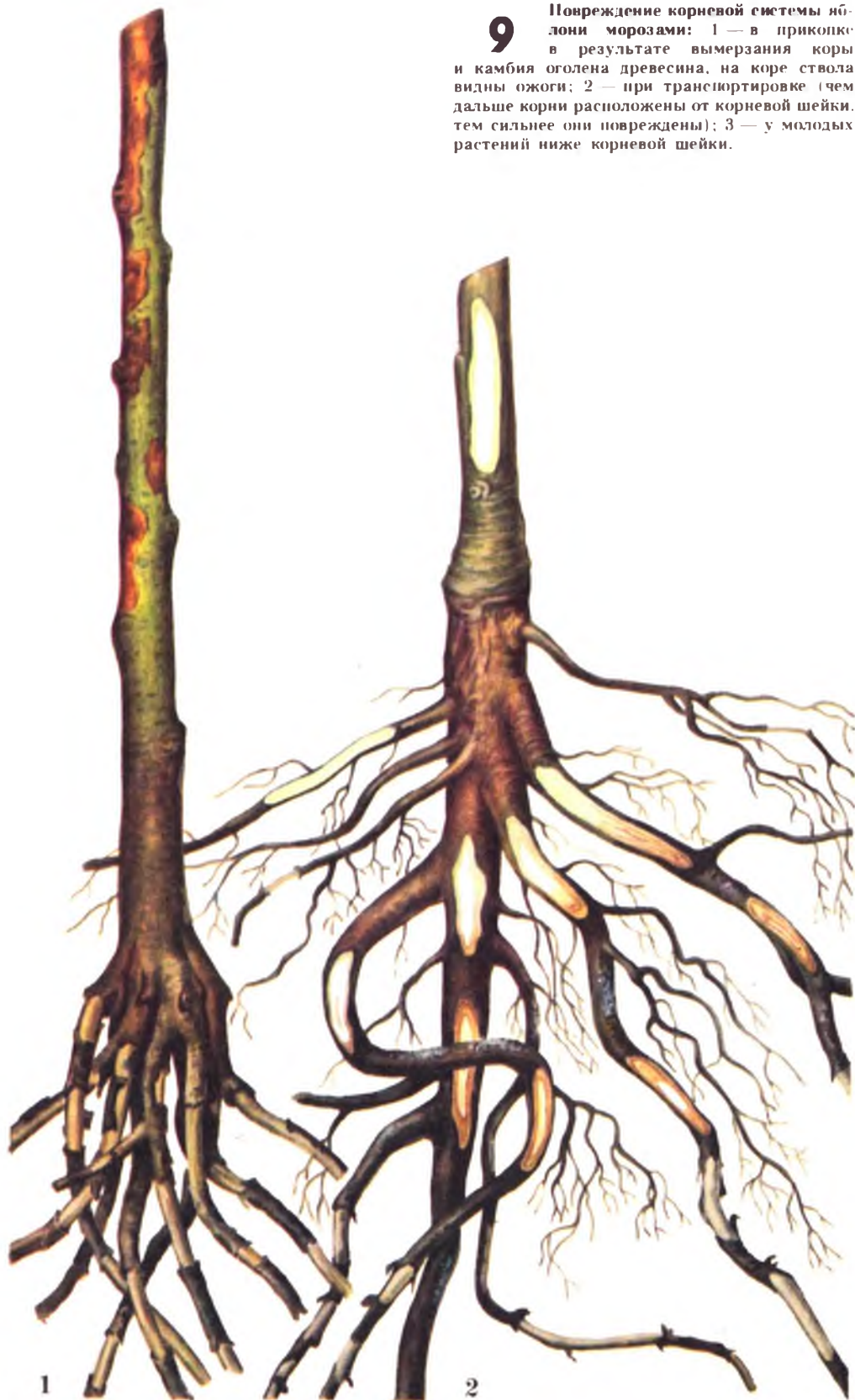
## 8

Повреждение корневой системы яблони морозами в результате вымокания: 1 — оголение древесины корневой системы и появление плесени на коре ствола; 2 — отмирание надземной части; на коре появились грибы.



9

Повреждение корневой системы яблони морозами: 1 — в прикопке в результате вымерзания коры и камбия оголена древесина, на коре ствола видны ожоги; 2 — при транспортировке (чем дальше корни расположены от корневой шейки, тем сильнее они повреждены); 3 — у молодых растений ниже корневой шейки.

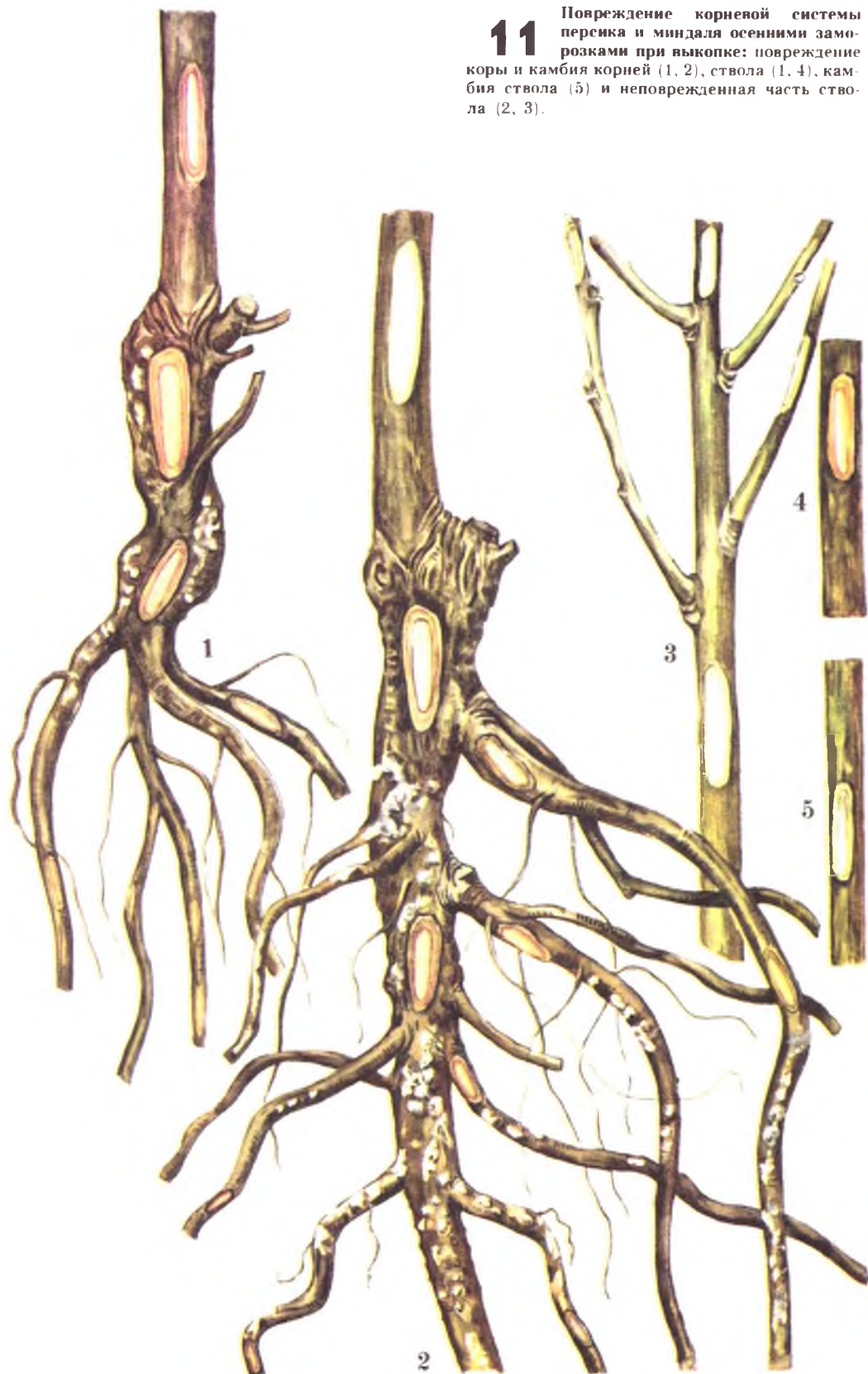




# 10

Повреждение корневой системы саженцев яблони осенними заморозками при выкопке. На поврежденных участках коры появились плесень и различные грибы; после зимнего хранения саженцев в прикопке отмечена гибель коры и камбия в нижней и средней частях корней (1—3); в верхней части кора и камбий здоровые (4—5).







# 12

Влияние повреждения морозами корневой системы на надземную часть яблони: 1, 2 — повреждение коры ствола в результате не прекратившейся в поздний осенний период активной жизнедеятельности корневой системы на участках сада с глубоким снежным покровом и незамерзшей хорошо увлажненной почвой (привой Ренет Симиренко, подвой яблоня лесная); 3 — окраска коры ветвей 25-летних деревьев, имеющих поврежденную и 4 — здоровую корневую систему.



---

**13**

Влияние повреждения морозами  
корневой системы на надземную  
часть яблони: надземная часть при-  
роста не образовала, так как у саженца по-  
вреждены, кроме одного, все корни.



Влияние повреждения морозами корневой системы на надземную часть яблони (привой Мекинтош, подвой яблоня лесная): 1 — надземная часть со здоровой корневой системой (уменьшено в 2,5 раза); 2 — надземная часть яблони с поврежденными корой и камбием корней (натуральная величина).





# 15

Влияние повреждения морозами корневой системы на листья: 1, 2 — груши; 3 — айвы; 4 — яблони (повреждение корневой системы вызвано избыточным увлажнением почвы); 5—7 — груши, айвы и яблони со здоровой корневой системой.



1



2



3



4



5



6

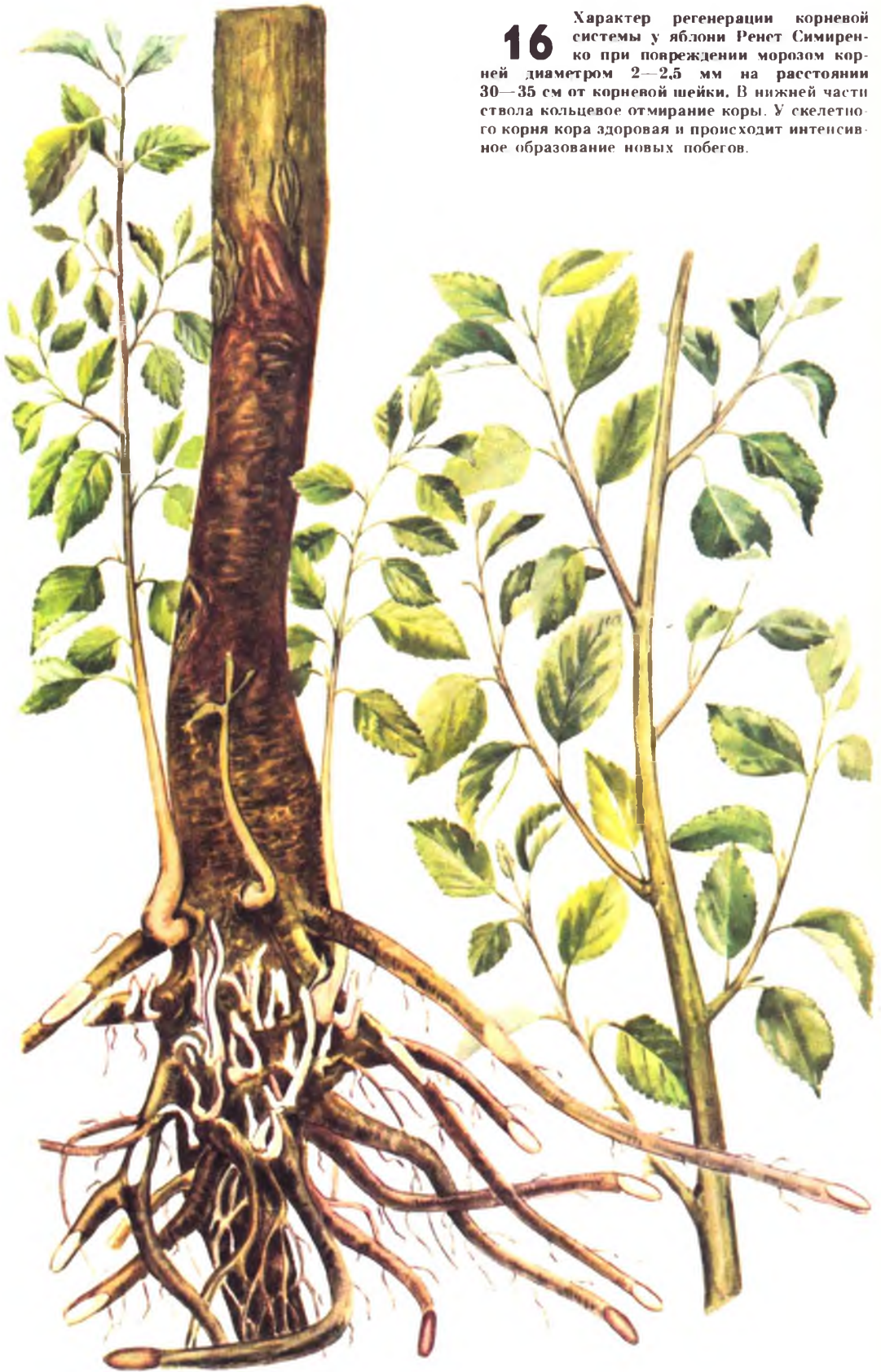


7



**16**

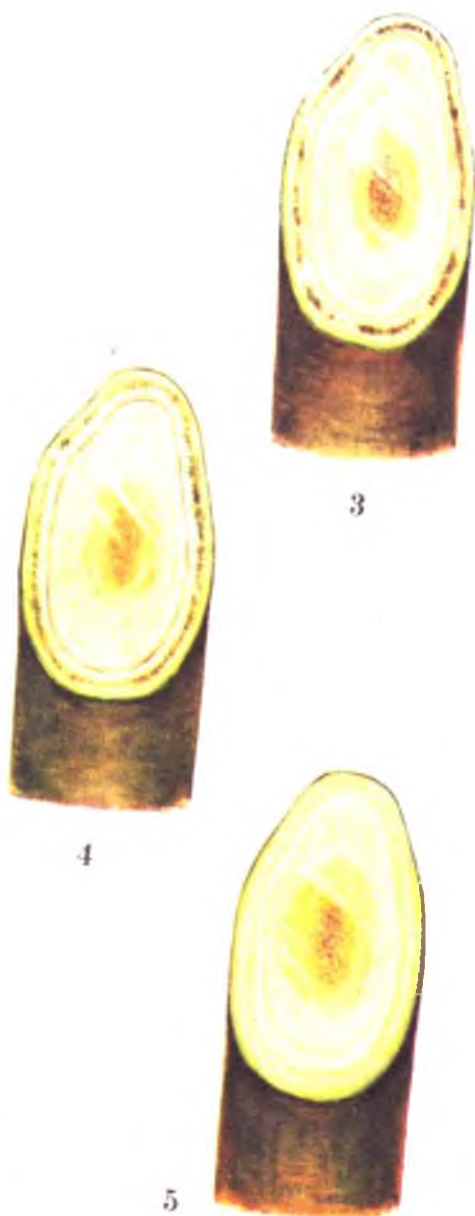
Характер регенерации корневой системы у яблони Ренет Симиренко при повреждении морозом корней диаметром 2—2,5 мм на расстоянии 30—35 см от корневой шейки. В нижней части ствола кольцевое отмирание коры. У скелетного корня кора здоровая и происходит интенсивное образование новых побегов.







Повреждение морозами надземной части яблони: 1, 2 — кора повреждена локализованными участками в разных частях ветвей и развилок, весной распустились плодовые и листовые почки, значительная часть листьев осыпалась, большинство из оставшихся — засохли. Повреждение морозами ствола саженца черешни с мертвой сердцевиной: 3 — повреждены клетки коры, окружающие склеренхиму; 4 — повреждены клетки камбия и коры, окружающие склеренхиму; 5 — повреждена сердцевина, остальные ткани здоровые.



# 19

Повреждение морозами надземной части яблони: 1 — повреждение коры и камбия в верхней части ствола и развилках, древесина повреждена выше линии снежного покрова по всей длине ствола (поврежденные ткани легко доступны патогенным и сапрофитным грибам, особенно возбудителю черного рака); 2 — поперечный срез поврежденного ствола; 3 — отмирание и шелушение коры на ветвях в результате сильного повреждения их морозами, на отдельных участках поселились различные грибы, впоследствии такие ветви отмирают.



2



1

3

Повреждение морозами надземной части плодовых деревьев: 1 — мелколистность растений яблони при повреждении морозом клеток вторичной флоэмы и камбия в средней и 2 — сильной степени; 3 — характер повреждения и восстановление поврежденной морозом ветви абрикоса.



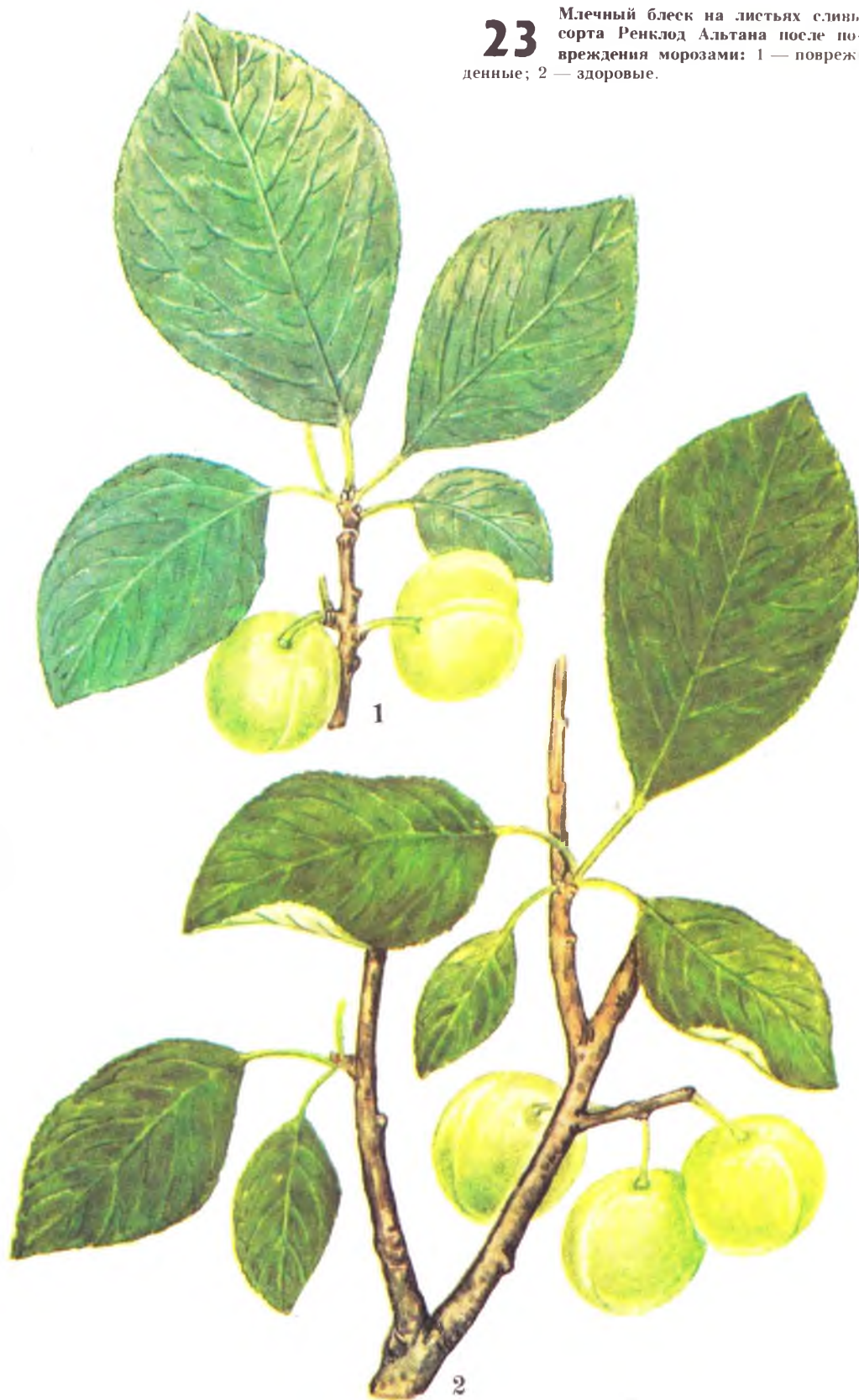






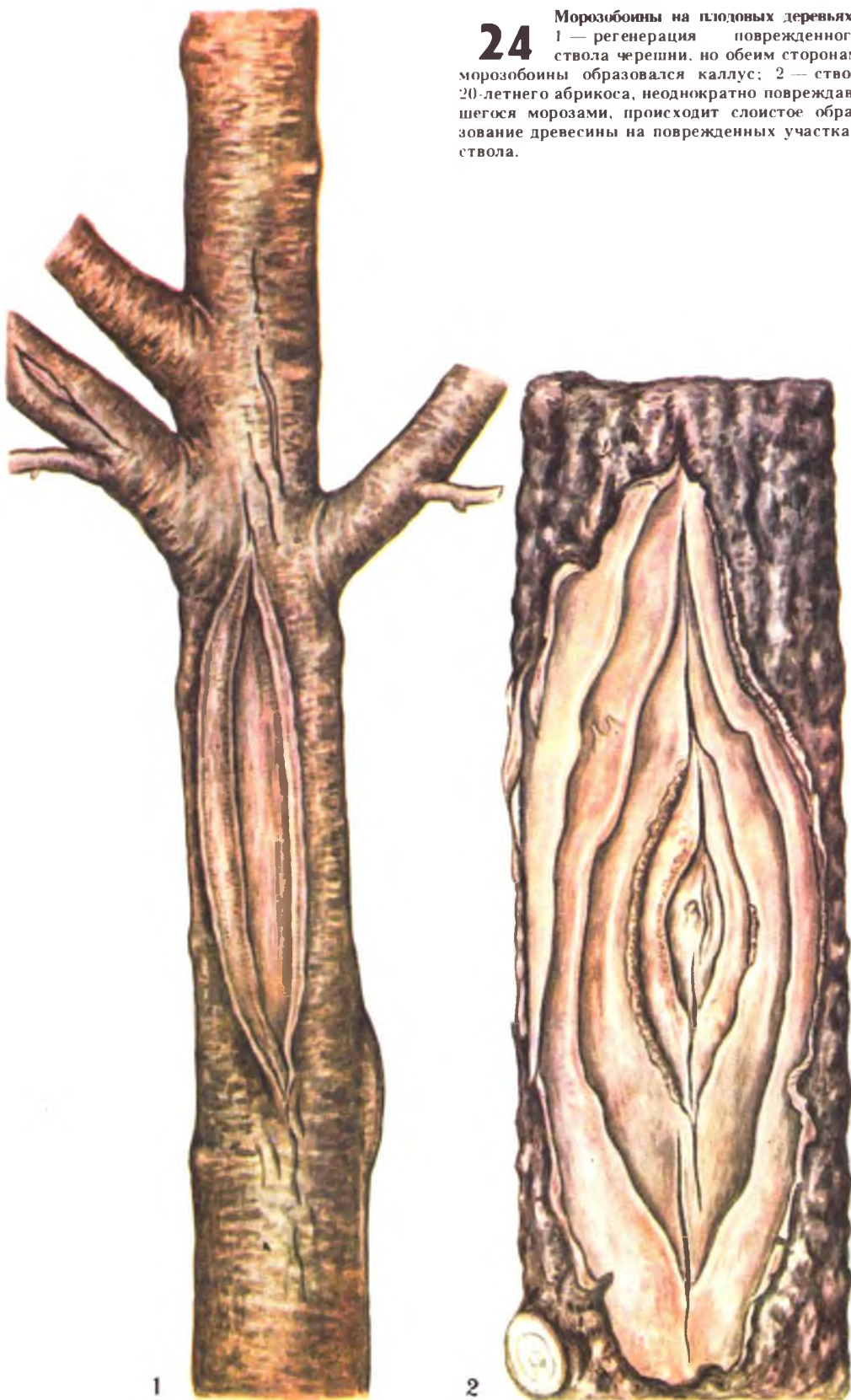
Повреждение морозами надземной части абрикоса: 1 — млечный блеск на листьях, проводящая система ствола и ветвей повреждена в суровые зимы (аналогичный характер повреждения наблюдается у яблони и других плодовых пород); 2 — листья здорового дерева.







Морозобоины на плодовых деревьях:  
1 — регенерация поврежденного  
ствола черешни, но обеим сторонам  
морозобоины образовался каллус; 2 — ствол  
20-летнего абрикоса, неоднократно повреждав-  
шегося морозами, происходит слоистое обра-  
зование древесины на поврежденных участках  
ствола.







2 — зарастание ран контрольных растений (вверху); рана, обработанная нигролом, края коры вдоль раны омертвели (внизу) (опыт В. В. Грохольского); 3 — дупло на 40-летнем дереве (сорт Ренет ландсбергский), образовавшееся в результате повреждения морозами.



1



2



3

Солнечные ожоги яблони: 1 — солнечный ожог дерева, выращиваемого в условиях ограниченной влажности почвы, в средней и верхней частях ствола на поврежденных участках коры поселились грибы; 2 — оголение древесины вследствие повреждения ствола солнечными ожогами; плоды (сорт Пармен зимний золотой); 3 — с поврежденного и 4 — здорового дерева.



1



2



3



4



Солнечные ожоги яблони: 1 — ожог ствола и ветвей в результате «кольцевания» дерева оставленным после обвязки шпагатом; 2 — весенний ожог ствола сорта Ренет Симиренко и 3 — Антоновки обыкновенной.



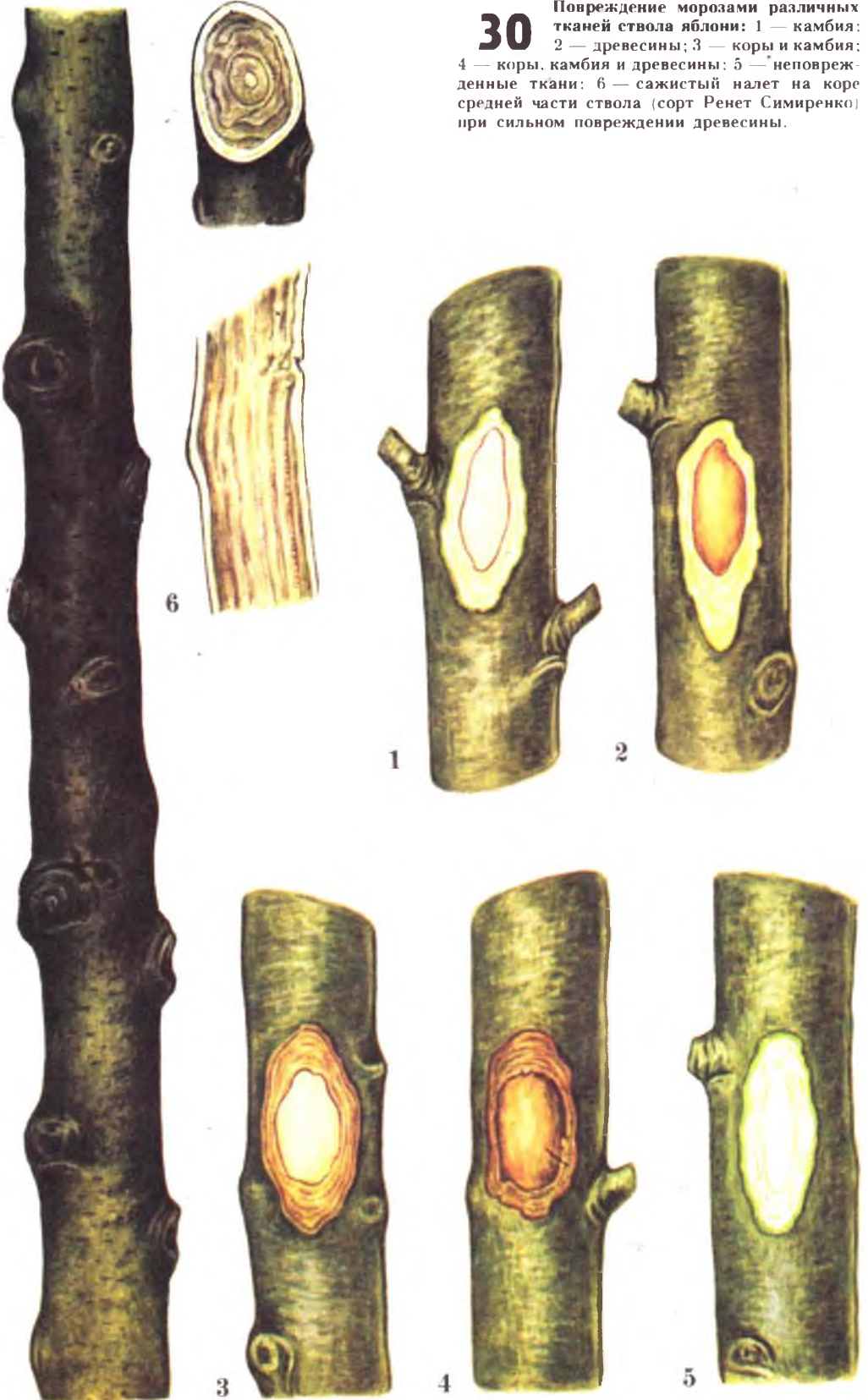
# 29

Повреждение надземной части плодовых деревьев при вымокании, обледенении и ледяной корке: 1 — поврежденная кора ствола при зимнем вымокании саженцев яблони сортов Серпнева и 2 — Боровинка; 3 — повреждение ледяной коркой саженца яблони сорта Боровинка; 4 — обледенение плодовых деревьев при резких колебаниях температуры зимой, под тяжестью льда деревья могут разламываться, особенно те, у которых ранее была повреждена морозами древесина ствола и ветвей.



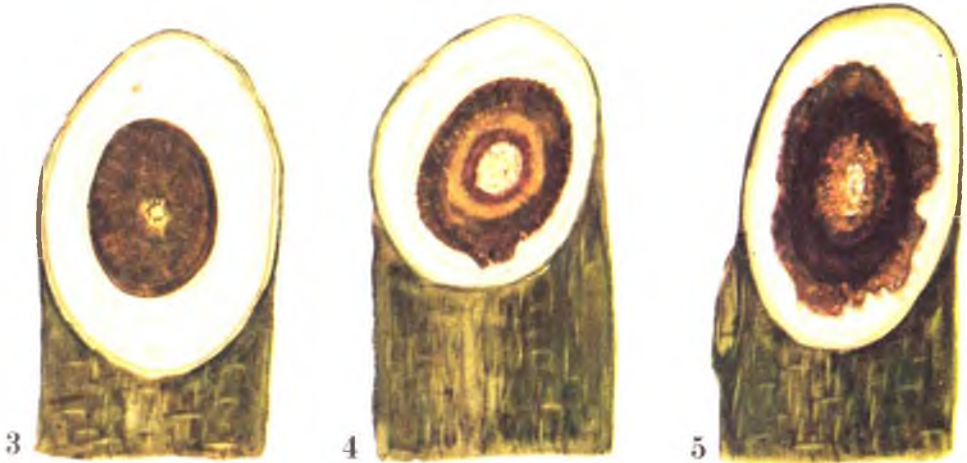
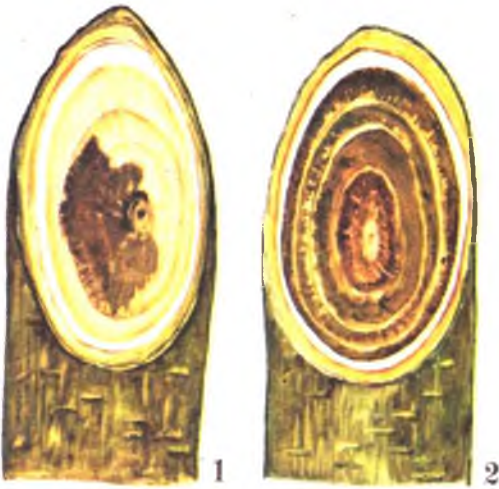
# 30

Повреждение морозами различных тканей ствола яблони: 1 — камбия; 2 — древесины; 3 — коры и камбия; 4 — коры, камбия и древесины; 5 — неповрежденные ткани; 6 — сажистый налет на коре средней части ствола (сорт Ренет Симиренко) при сильном повреждении древесины.





Разная степень повреждения древесины ветвей яблони сорта Ренет Симиренко: 1 — средняя; 2 — сильная. Регенерация деревьев яблони после сильного повреждения древесины у сортов Мекинтош (3), Кальвиль снежный (4), Ренет Симиренко, а также вишни Шпанка поздняя (6), Самсоновка (7), Склянка (8) и Краса Севера (9).



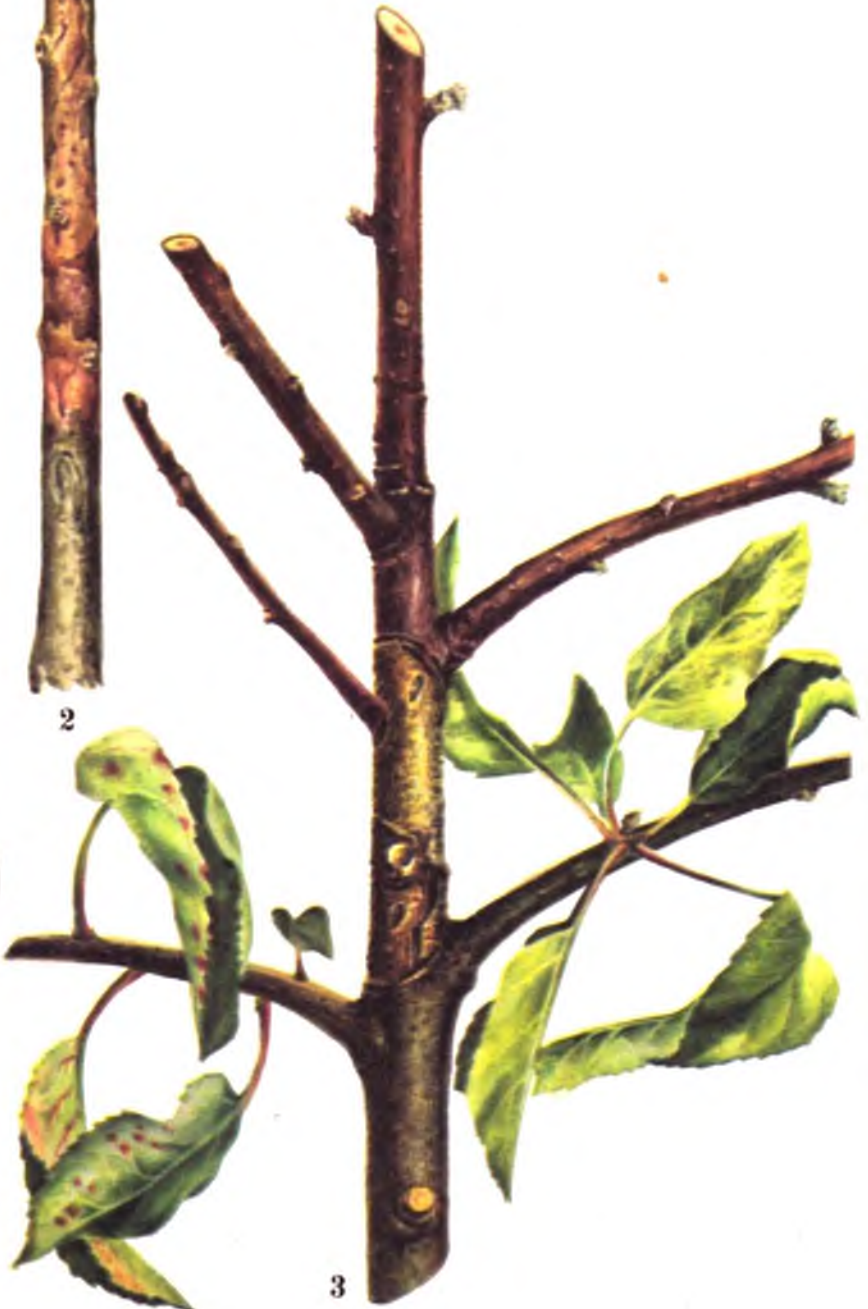
Кольцевое повреждение различных тканей ствола яблони морозами: 1 — вблизи корневой шейки; 2 — повреждение коры ствола яблони при выращивании на бедных супесчаных почвах; 3 — внутри кроны.



1



2



3





Повреждение морозами стволов яблони после обработки кампозаном: 1 — поврежденное; 2 — неповрежденное; 3, 4 — камедетечение абрикоса после обработки кампозаном.







Повреждение морозами плодовых почек черешни; 1 — вымерз один зачаток цветка; 2 — вымерзло два зачатка цветка; сливы сорта Венгерка обыкновенная; 3 — оба зачатка цветка здоровые; 4 — вымерз один зачаток цветка; 5 — вымерз зачаток цветка у персика; 6 — у абрикоса.



1



2



3



4



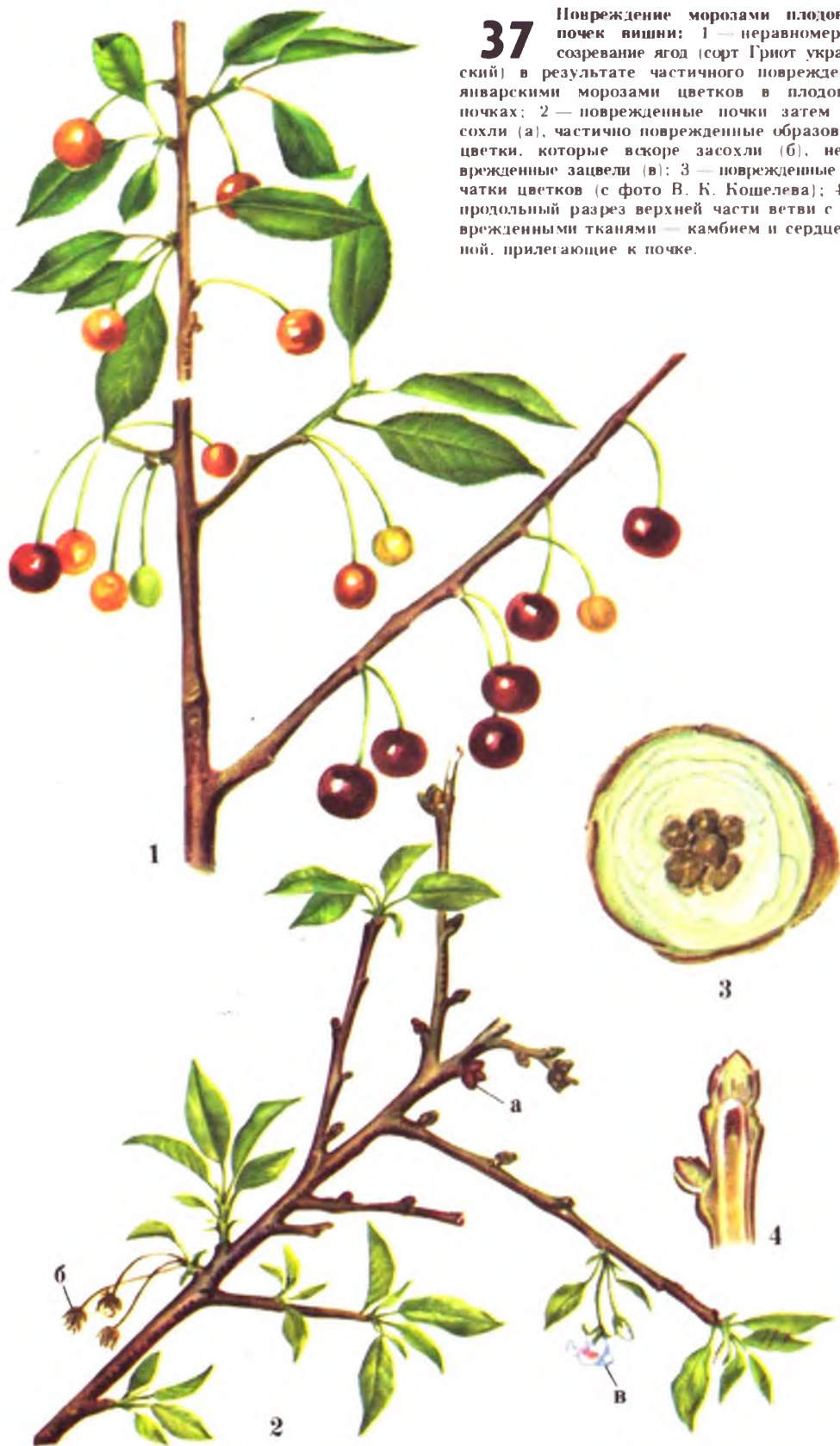
5



6

# 37

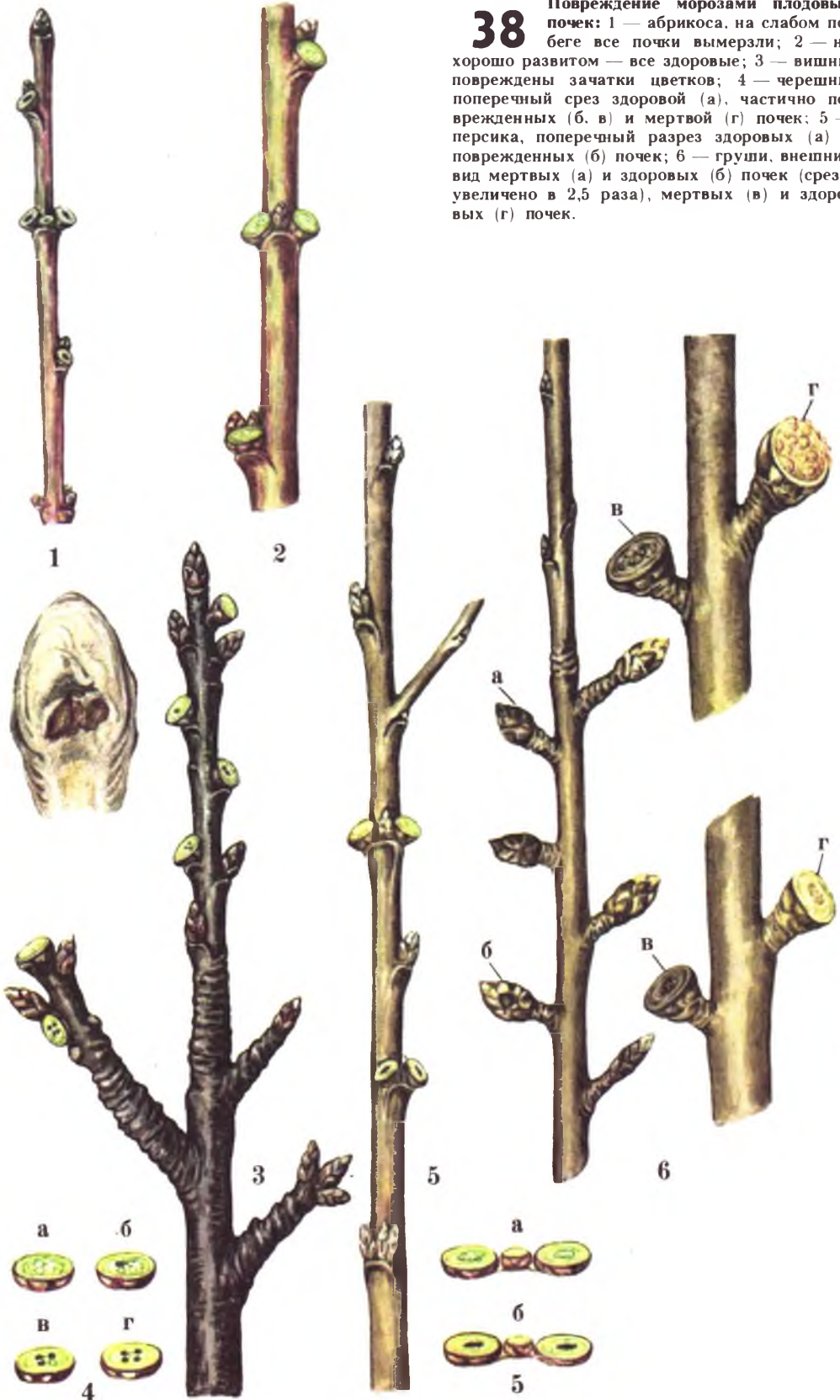
Повреждение морозами плодовых почек вишни: 1 — неравномерное созревание ягод (сорт Гриот украинский) в результате частичного повреждения январскими морозами цветков в плодовых почках; 2 — поврежденные почки затем засохли (а), частично поврежденные образовали цветки, которые вскоре засохли (б), неповрежденные зацвели (в); 3 — поврежденные зачатки цветков (с фото В. К. Кошелева); 4 — продольный разрез верхней части ветви с поврежденными тканями — камбием и сердцевинной, прилегающие к почке.



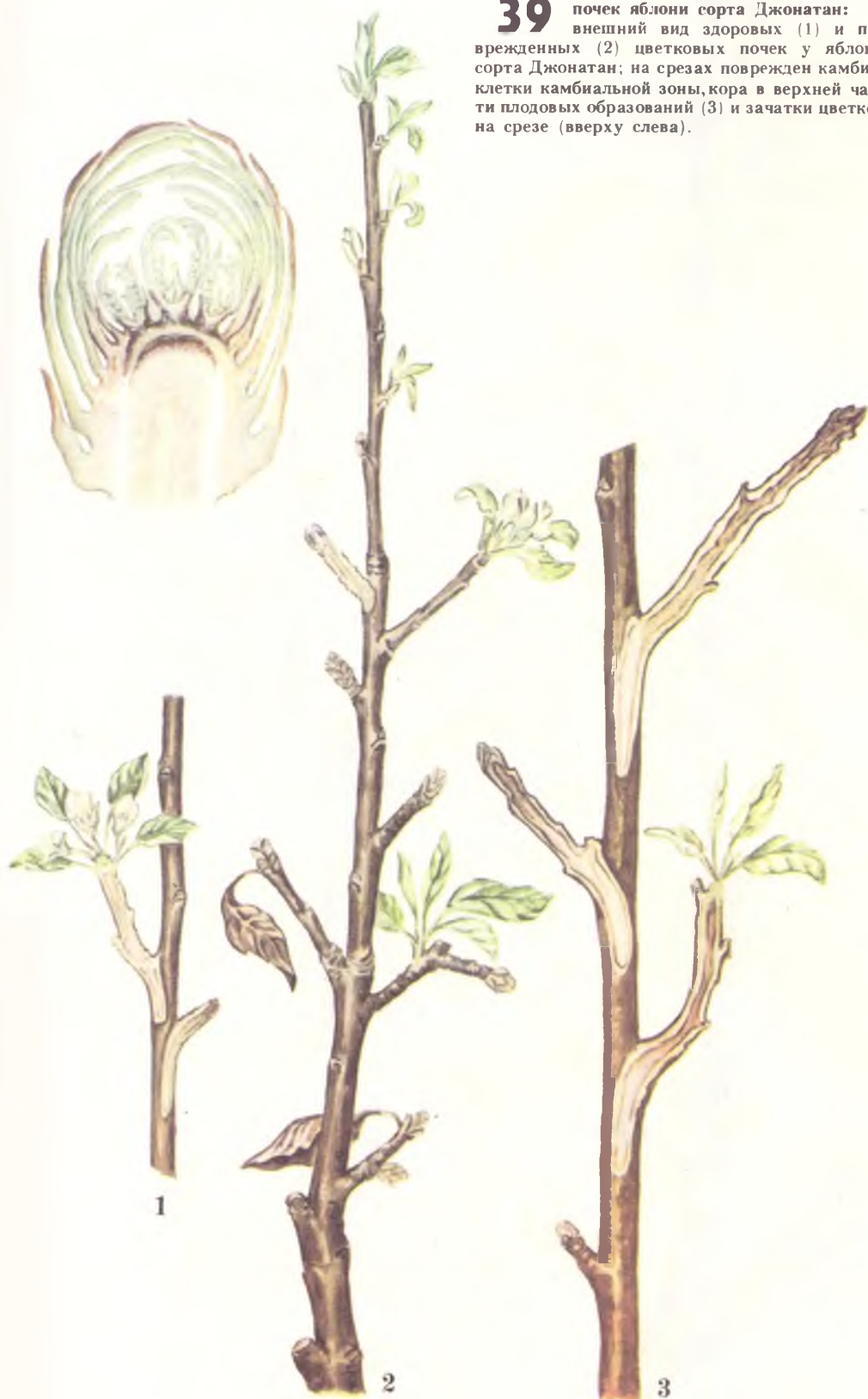


# 38

Повреждение морозами плодовых почек: 1 — абрикоса, на слабом побеге все почки вымерзли; 2 — на хорошо развитом — все здоровые; 3 — вишни, повреждены зачатки цветков; 4 — черешни, поперечный срез здоровой (а), частично поврежденных (б, в) и мертвой (г) почек; 5 — персика, поперечный разрез здоровых (а) и поврежденных (б) почек; 6 — груши, внешний вид мертвых (а) и здоровых (б) почек (срезы увеличено в 2,5 раза), мертвых (в) и здоровых (г) почек.



Повреждение морозами плодовых почек яблони сорта Джонатан: внешний вид здоровых (1) и поврежденных (2) цветковых почек у яблони сорта Джонатан; на срезах поврежден камбий, клетки камбиальной зоны, кора в верхней части плодовых образований (3) и зачатки цветков на срезе (вверху слева).



Повреждение морозами плодовых почек: 1 — черешня, в верхней части побега плодовые почки вымерзли и осыпались (а), в нижней — осыпятся позже (б), из единственной неповрежденной почки образовались цветки (в); 2 — поперечные срезы поврежденных плодовых почек, зачатки цветков мертвые; 3 — персик, при температуре минус 24 °С все почки здоровые; 4 — при минус 25 °С сохранилась одна плодовая почка, листовые почки здоровые; 5 — при минус 27,5 °С все почки мертвые.





Повреждение морозами цветковых почек на ветвях черешни в разных частях кроны: 1 — частично повреждены цветковые почки на однолетних побегах и на кольчатках; 2 — ветвь черешни сорта Китаевская черная; в нижней части кроны, почти все цветковые почки вымерзли; 3 — ветвь с верхней части кроны, все почки здоровые.

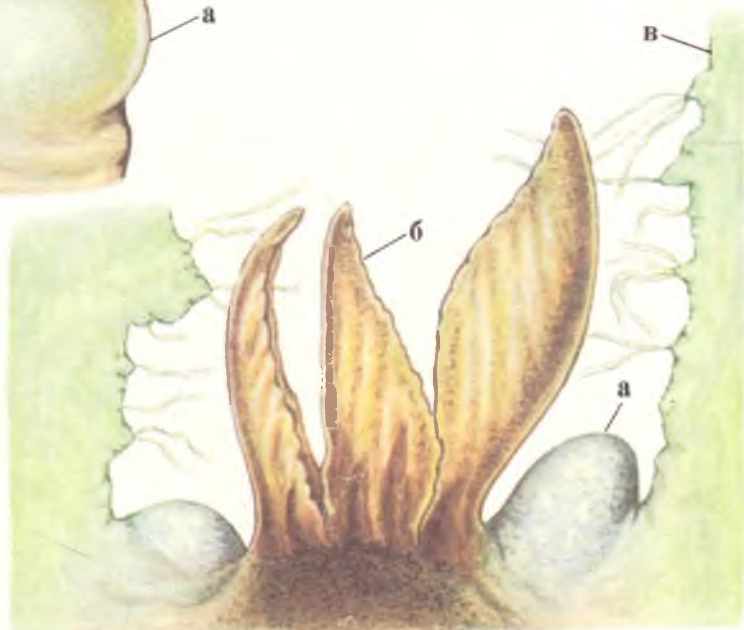




Процессы регенерации поврежденных морозами почек вишни (по Л. И. Евстратьеву): 1 — появление бугорков первичного каллуса; а — первичные каллусные бугорки, б — поврежденные примордиальные листочки и конус нарастания, в — сохранившиеся кроющие листочки; 2 — слияние каллусных бугорков в сплошное кольцо: а — кольцо каллуса, б — погибшие примордиальные листочки; 3 — образование новой почки: а — разросшийся каллус, б — зарастающие каллусом погибшие примордиальные листочки, г — образовавшаяся зачаточная почка.



2



1



3

# 43

Повреждение морозами листовых почек яблони: 1 — общий вид ветви яблони с поврежденными листовыми почками и тканями, прилегающими к ним; 2 — частично погибли клетки вторичной меристемы, листовые чешуи повреждены в слабой и 3 — в сильной степени.



1



2



3

повреждение коры ствола сорта Ренет Симиренко (1); признаки водной недостаточности у листьев яблони сортов Ренет Симиренко (2) и Кальвиль снежный (3), обуславливающие резкое снижение последующей зимостойкости растений.





Повреждение морозами деревьев яблони, выращиваемых в условиях ограниченного увлажнения почвы: 1, 2 — ветви 20-летнего дерева (сорт Антоновка обыкновенная) после засухи; 3 — повреждение коры ствола у плодоносящего дерева при выращивании в условиях ограниченной влажности почвы при мелком залегании галечника.







1



2

# 47

Повреждение морозами деревьев  
яблони, выращиваемых в условиях  
избыточной влажности почвы:

1—3 — повреждение коры ветвей и развилок;  
4, 5 — выпревание коры на стволе молодых  
деревьев выше корневой шейки и повреждение  
древесины.







**49** Повреждение морозами отдельных  
участков коры ветвей (1) и ствола  
(2) деревьев яблони, выращенных  
в условиях избыточного увлажнения почвы.



1

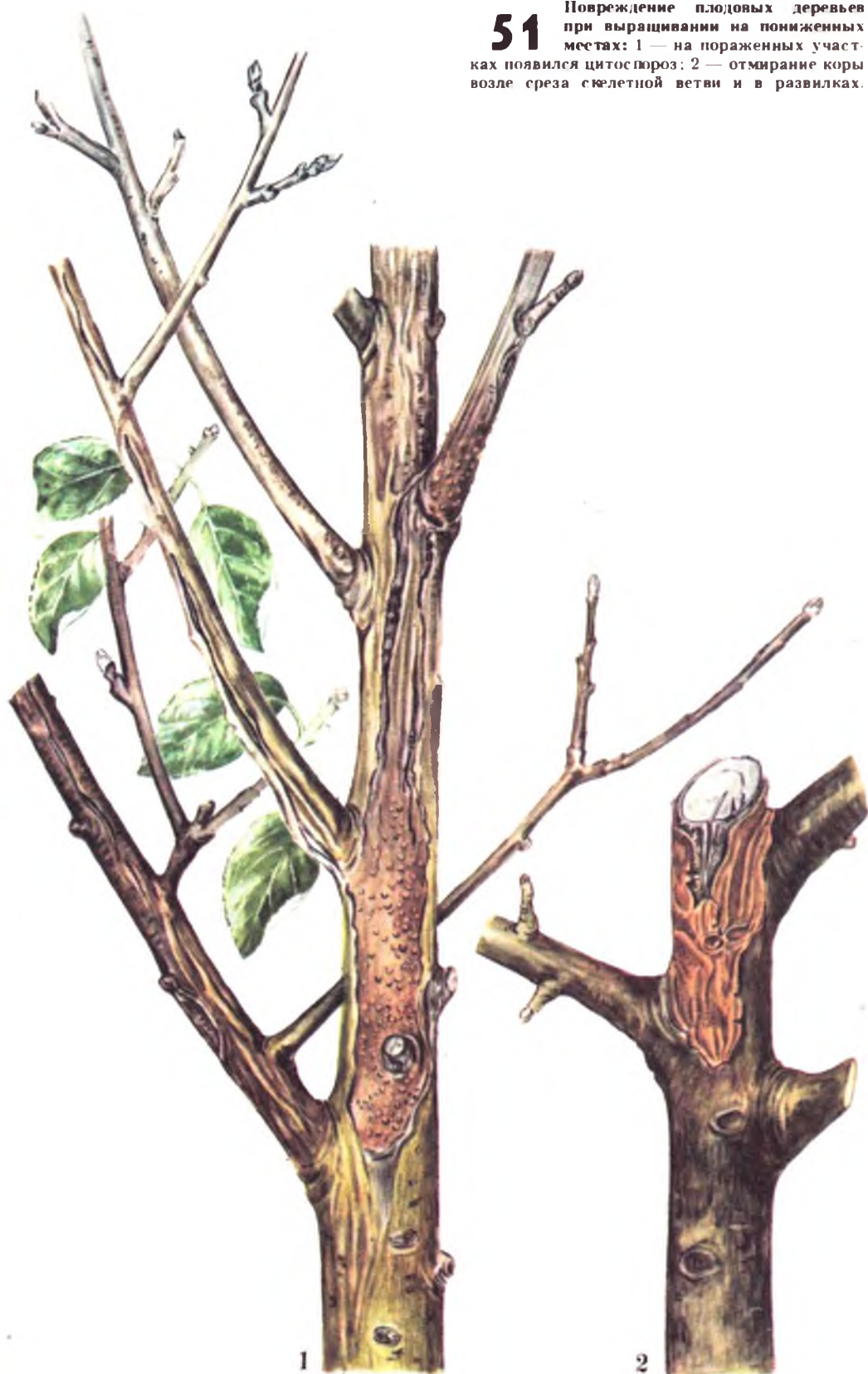


2



**50** Повреждение морозами и поражение грибами ствола яблони при продолжительном выращивании в условиях избыточного увлажнения почвы.







1



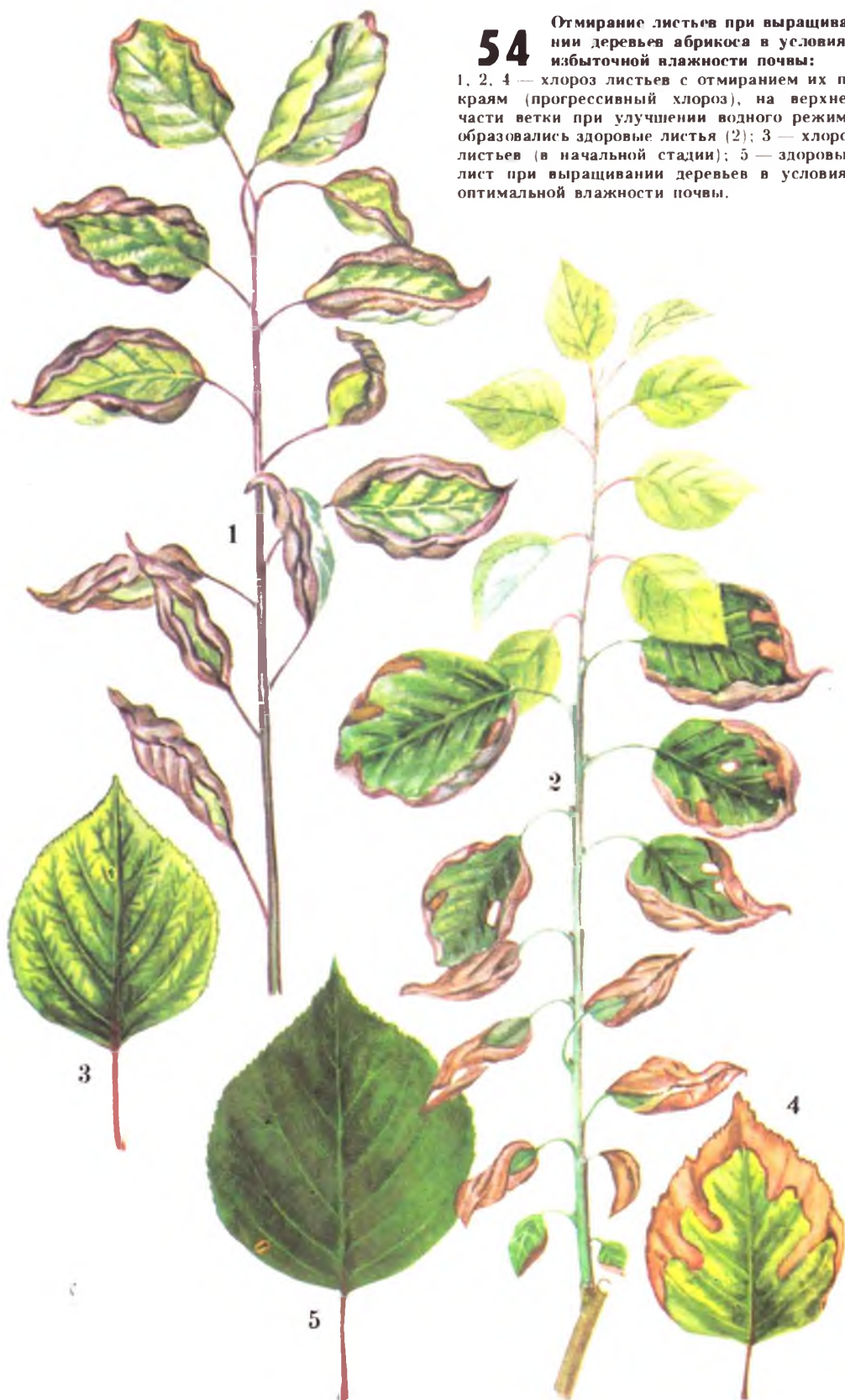
2







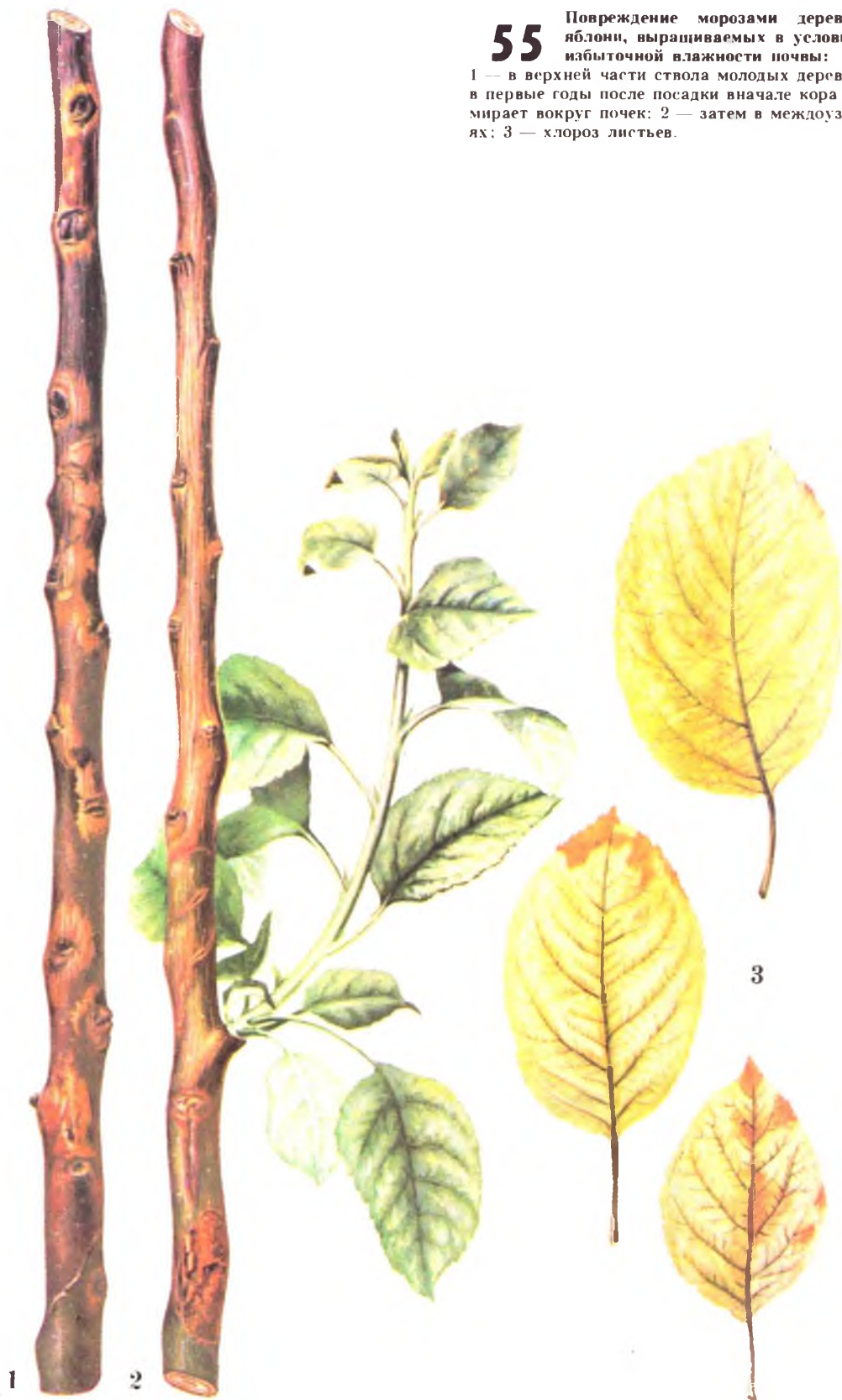
1, 2, 4 — хлороз листьев с отмиранием их по краям (прогрессивный хлороз), на верхней части ветки при улучшении водного режима образовались здоровые листья (2); 3 — хлороз листьев (в начальной стадии); 5 — здоровый лист при выращивании деревьев в условиях оптимальной влажности почвы.



# 55

Повреждение морозами деревьев  
яблони, выращиваемых в условиях  
избыточной влажности почвы:

1 — в верхней части ствола молодых деревьев  
в первые годы после посадки вначале кора от-  
мирает вокруг почек: 2 — затем в междоузлиях;  
3 — хлороз листьев.



1 — повреждение коры молодых деревьев после посадки на переувлажненный участок, при благоприятных условиях выращивания возможно выздоровление; 2 — повреждение саженца при поздней вырезке шина; 3 — морозобойные трещины у саженцев в зимней приконке.









Плоды яблони сортов Антоновка обыкновенная (1) и Бойкен (2), выращенных в условиях переувлажнения и имеющих на стволе морозобоины: 3, 4 — плоды деревьев соответственно тех же сортов, но произрастающих в условиях оптимального увлажнения.



1



3



2



4





1



2



3



1

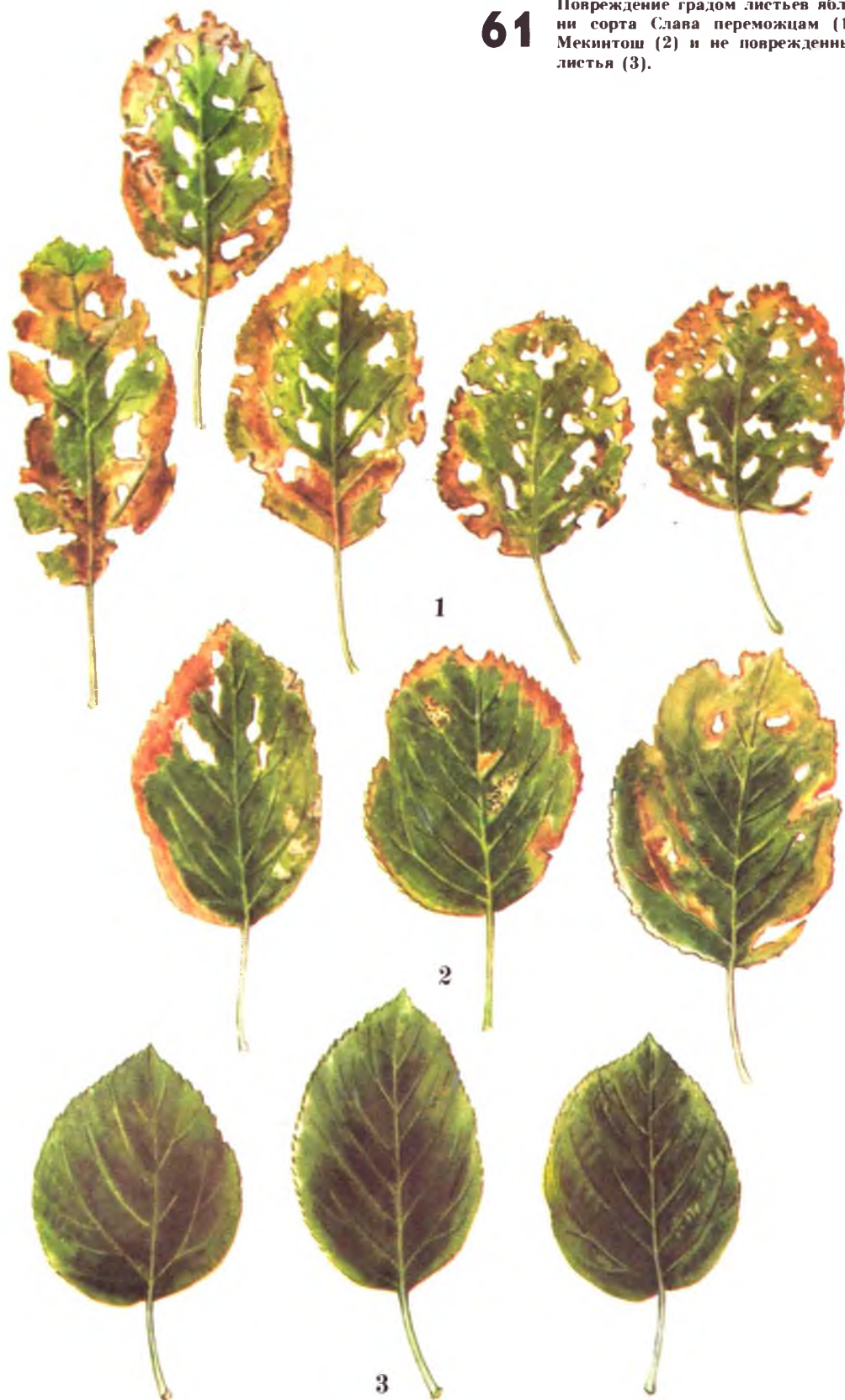


2



3







**62**

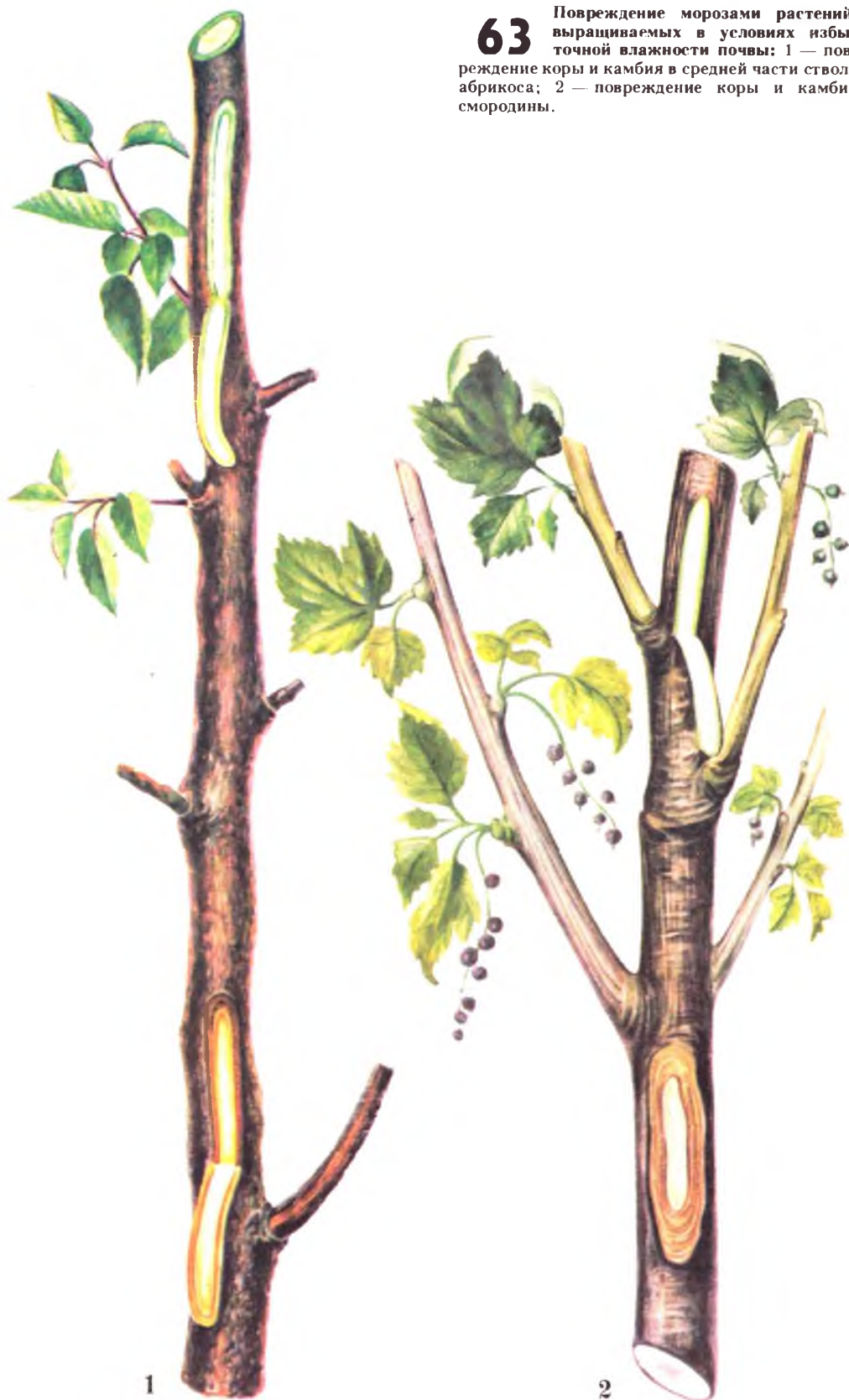
Повреждение морозами коры и камбия скелетной ветви и дерева абрикоса при выращивании на пониженных участках (1). Кора отстает от древесины. Общий вид поврежденного дерева (2).



1



2



Ветви дерева абрикоса, выращиваемых в разных условиях влажности почвы: 1 — при избыточной влажности в результате повреждения морозами коры и камбия в средней части ствола листья завядают в слабой оттепели; 2 — при оптимальном увлажнении завядания листьев не наблюдается.





Ветви поврежденных морозами деревьев абрикоса, выращиваемых в условиях избыточной влажности почвы: 1 — завядание листьев в средней и 2 — в сильной степени в результате повреждения коры и камбия в средней части ствола; 3 — хлороз листьев (в отличие от известкового хлороза поражение начинается в нижней части побега).

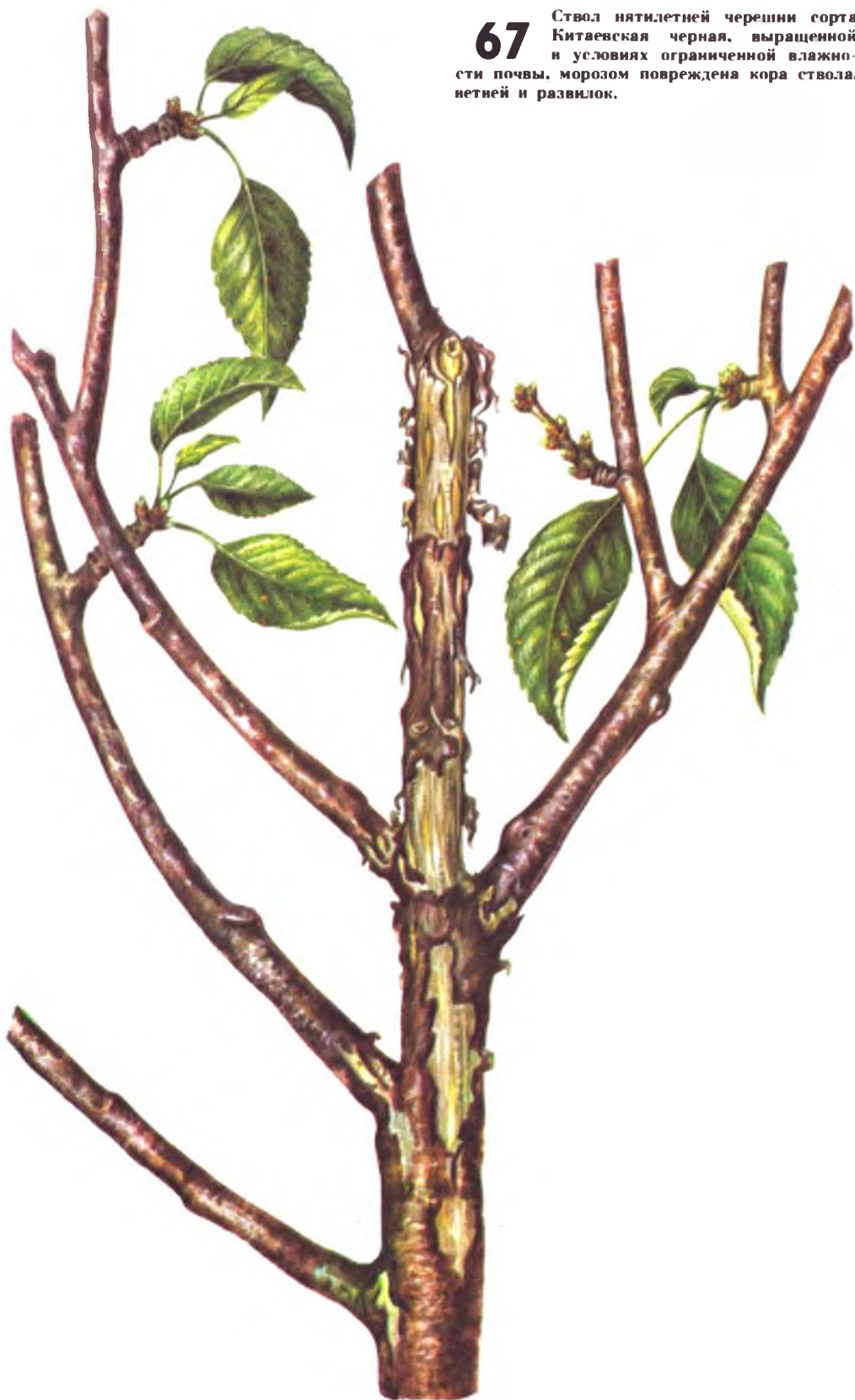




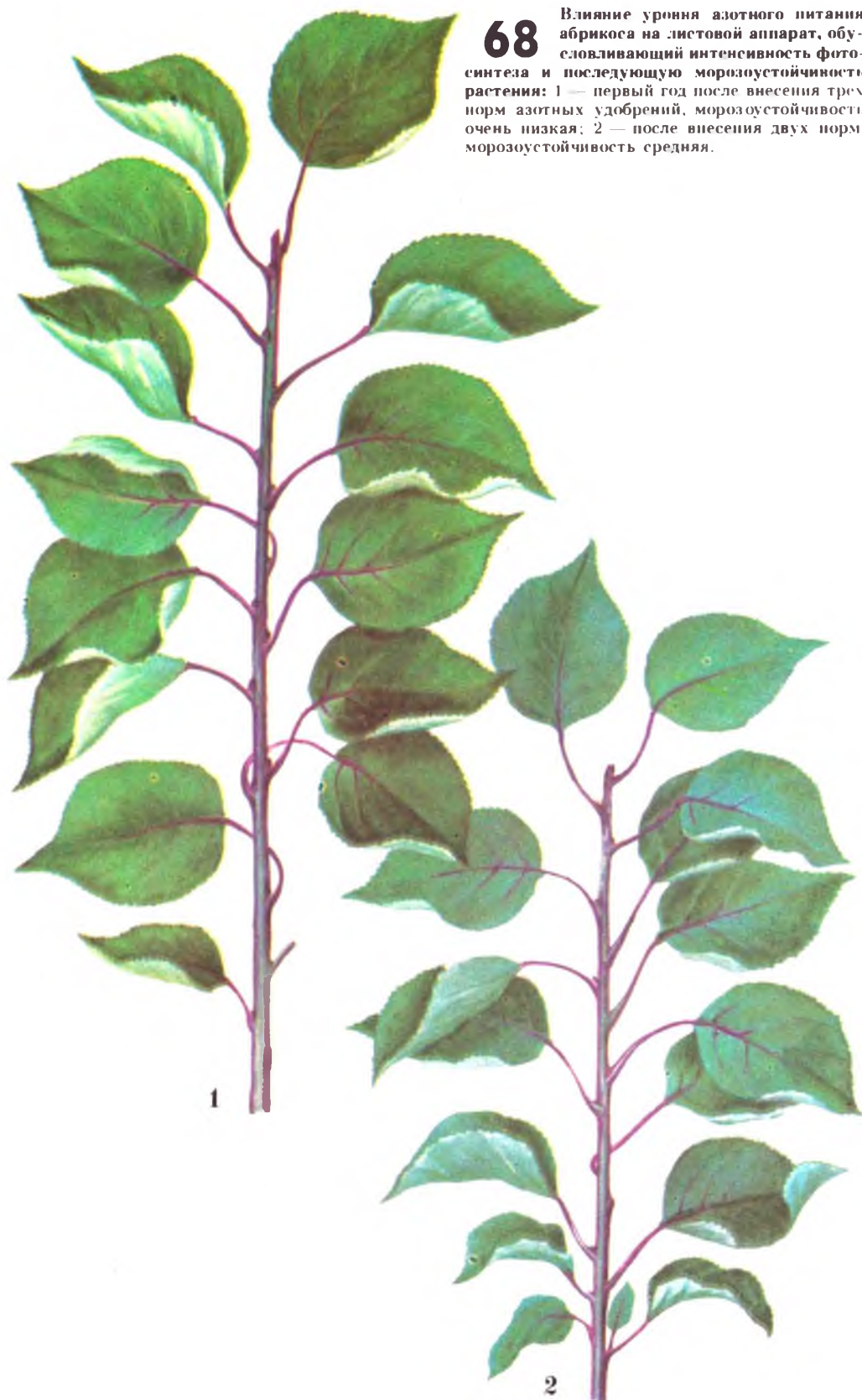


**67**

Ствол пятилетней черешни сорта  
Китайская черная, выращенной  
в условиях ограниченной влажно-  
сти почвы, морозом повреждена кора ствола,  
ветвей и развилок.



Влияние уровня азотного питания абрикоса на листовой аппарат, обуславливающий интенсивность фотосинтеза и последующую морозоустойчивость растения: 1 — первый год после внесения трех норм азотных удобрений, морозоустойчивость очень низкая; 2 — после внесения двух норм, морозоустойчивость средняя.





Влияние уровня азотного питания абрикоса на листовой аппарат, обуславливающий интенсивность фотосинтеза и последующую морозоустойчивость растения: 1 — внесение одной нормы азотных удобрений, морозоустойчивость понижается; 2 — без удобрений, морозоустойчивость очень низкая.

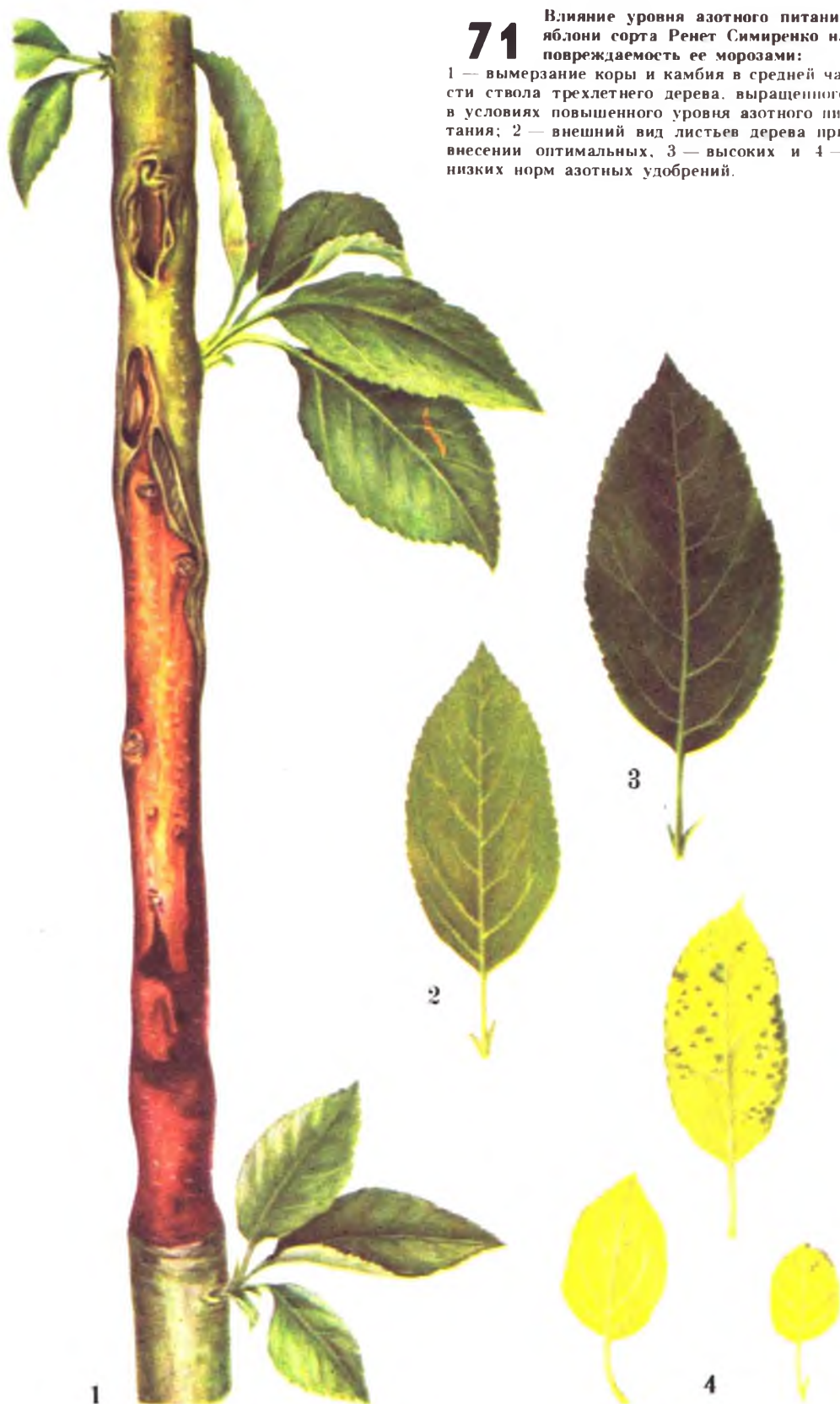


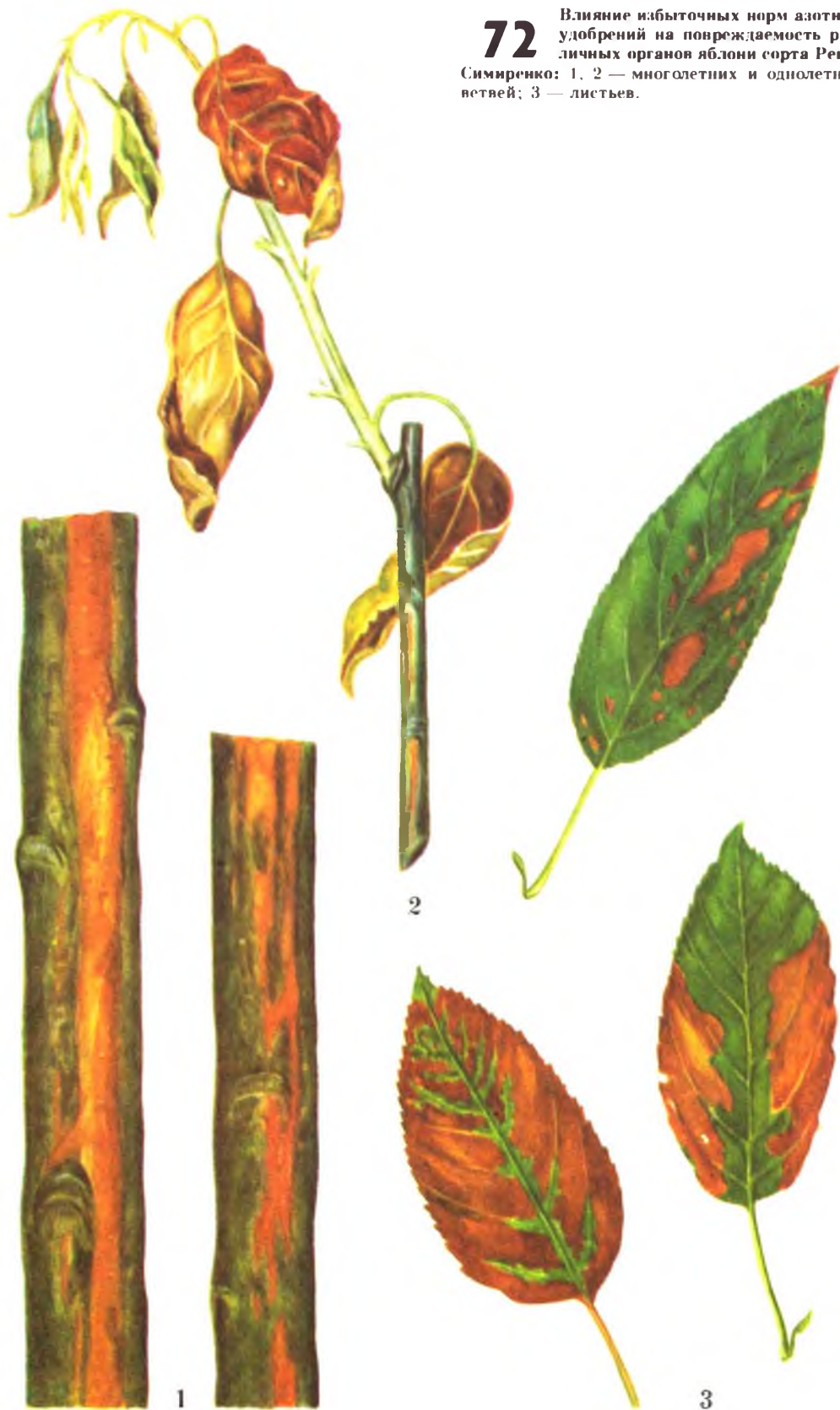


1,2 — повреждение коры ствола и ветвей дерева, выращенного в условиях азотной недостаточности; 3 — ствол здорового дерева, выращенного в условиях оптимального уровня азотного питания.



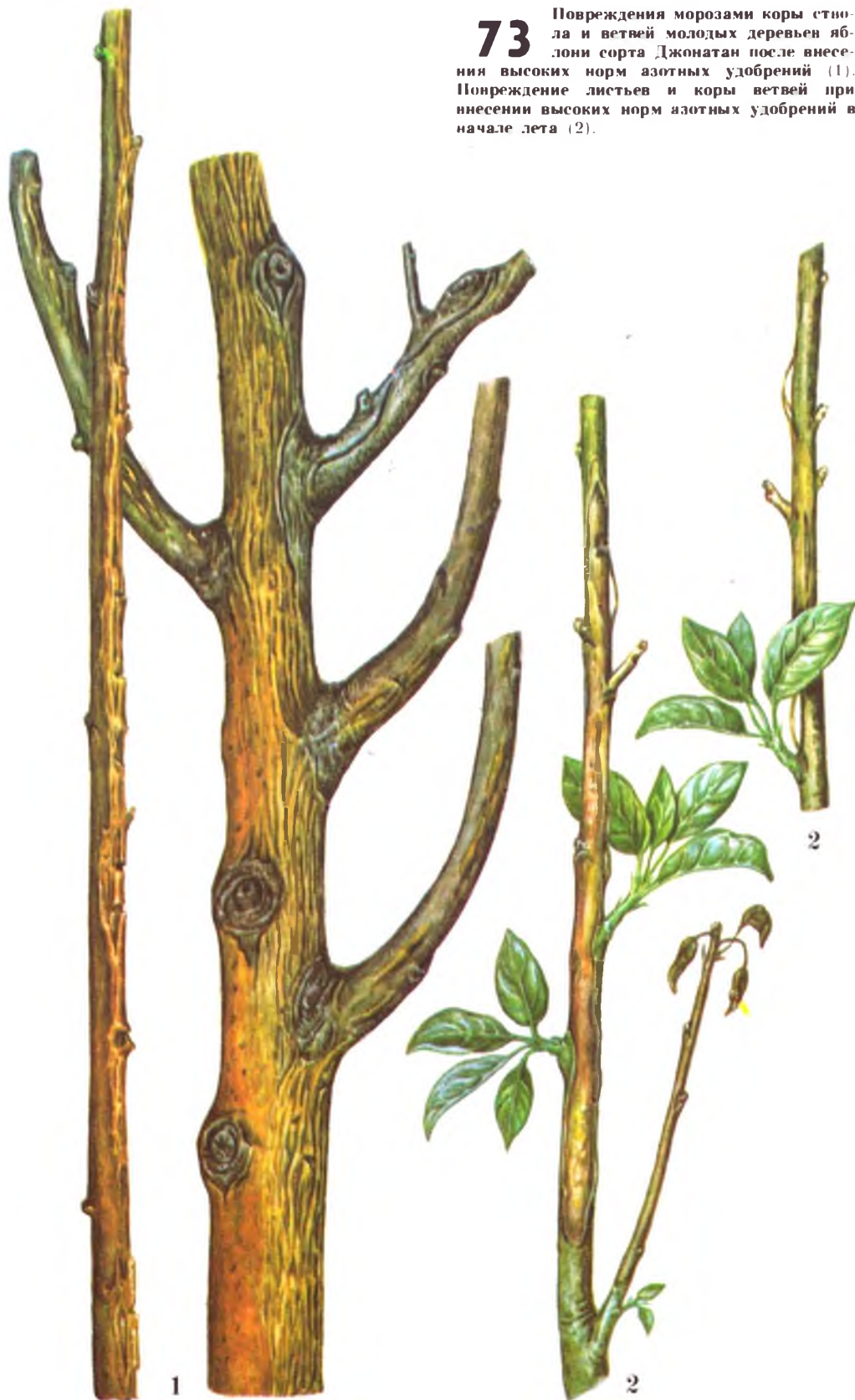
1 — вымерзание коры и камбия в средней части ствола трехлетнего дерева, выращенного в условиях повышенного уровня азотного питания; 2 — внешний вид листьев дерева при внесении оптимальных, 3 — высоких и 4 — низких норм азотных удобрений.







Повреждения морозами коры ствола и ветвей молодых деревьев яблони сорта Джонатан после внесения высоких норм азотных удобрений (1). Повреждение листьев и коры ветвей при внесении высоких норм азотных удобрений в начале лета (2).





Влияние уровня азотного питания плодовых деревьев на повреждаемость их морозами: 1 — лист здорового дерева абрикоса; 2 — признаки дырчатой пятнистости на листьях абрикоса при азотной недостаточности (второй и третий годы после внесения удобрений); 3 — лист персика при оптимальном уровне азотного питания и 4 — при азотной недостаточности. Появление дырчатой пятнистости приводит к снижению зимостойкости плодовых почек и ветвей различного возраста.



Влияние азотных удобрений при разных сроках их внесения и в различных сочетаниях с другими минеральными удобрениями на повреждаемость листьев дырчатой пятнистостью, которая приводит к резкому снижению зимостойкости деревьев: 1, 2, 5 — внесение в мае удобрений соответственно азотно-фосфорных, азотно-калийных и фосфорно-калийных; 3 — внесение полного минерального удобрения в мае и 4 — в августе; 6 — внесение азотных удобрений в мае и 7 — в октябре; 8 — без удобрений.



1



2



3



4



6



7



5

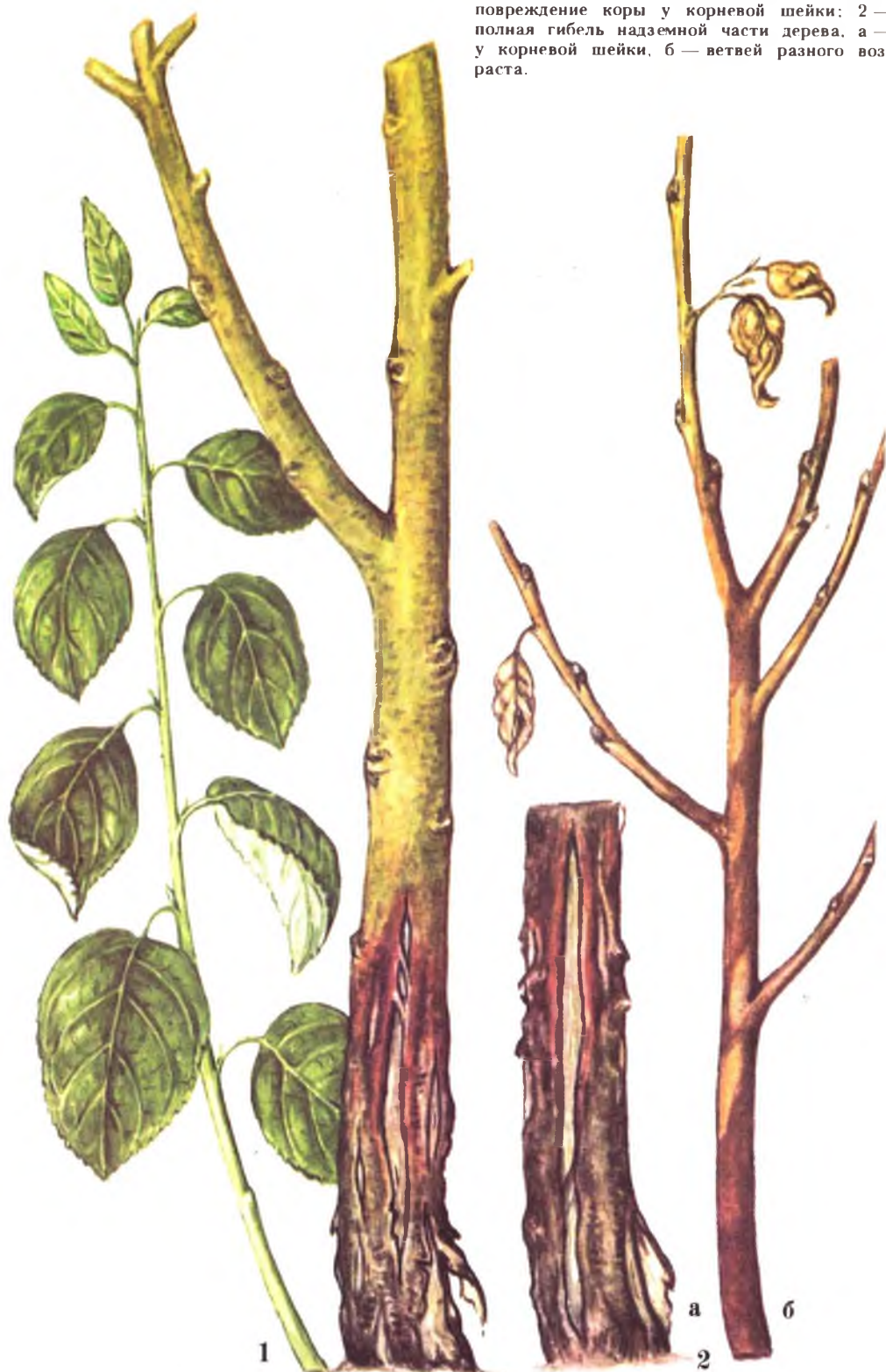


8





Повреждение коры ствола яблони сорта Мекинтош в результате сильного повреждения листьев в год, предшествующий суровой зиме: 1 — сильное повреждение коры у корневой шейки; 2 — полная гибель надземной части дерева, а — у корневой шейки, б — ветвей разного возраста.





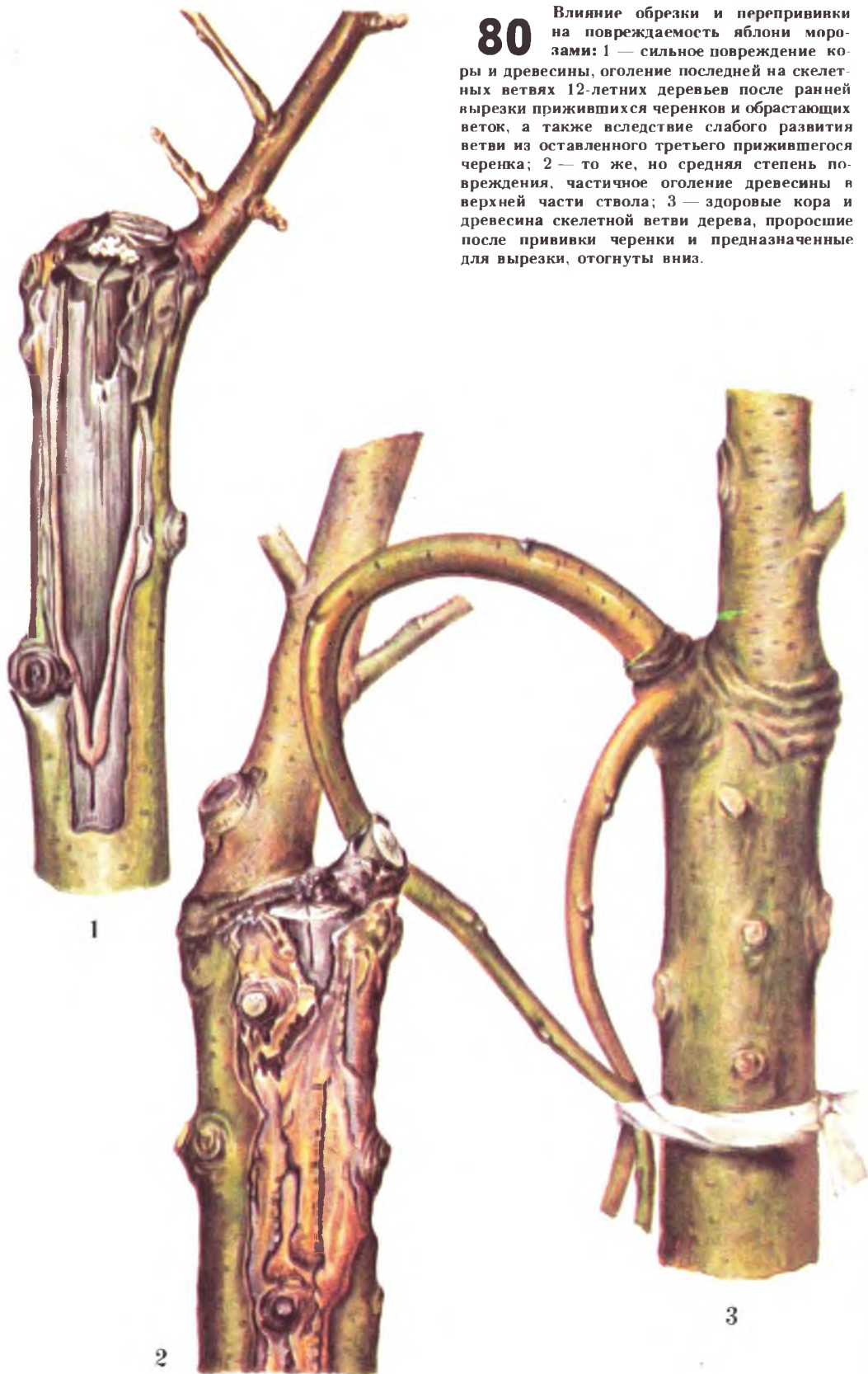
**78** Характер зарастания сильно поврежденных участков дерева сорта Мекинтош (табл. 77, 1) на второй год после суровой зимы (1) и прирост побегов на сохранившихся ветвях (2).



Внешний вид погибшего (1) и сильно поврежденного (2) деревьев яблони сорта Мекинтош вследствие повреждения коры у корневой шейки: 1 — на второй год; 2 — через пять лет после суровой зимы; а — ветви разного возраста; б — нижняя часть ствола.



1 — сильное повреждение коры и древесины, оголение последней на скелетных ветвях 12-летних деревьев после ранней вырезки прижившихся черенков и обрастающих веток, а также вследствие слабого развития ветви из оставленного третьего прижившегося черенка; 2 — то же, но средняя степень повреждения, частичное оголение древесины в верхней части ствола; 3 — здоровые кора и древесина скелетной ветви дерева, проросшие после прививки черенки и предназначенные для вырезки, отогнуты вниз.









## 82 Влияние обрезки на повреждаемость яблони морозами:

1 — в результате январской обрезки повреждены ткани в местах среза в сильной и 2 — в средней степени, зона повреждения в дальнейшем расширяется и растение погибает; 3 — повреждение участков коры ствола при позднем удалении побегов утолщения.









Повреждение стволов молодых растений яблони морозами в связи с применением для защиты от грызунов различных масел и нигрола: 1 — повреждены кора и камбий ствола выше линии снежного покрова в первый год после применения растительного масла; 2 — сильно поврежденный морозами ствол через шесть лет после применения рыбьего жира; 3 — в местах нанесения на ствол нигрола погибли все почки, поверхностные клетки коры повреждены в сильной степени.



1



2



3



Повреждение стволов яблони морозами и солнечными ожогами в связи с применением тонких полимерных пленок: 1 — общий вид поврежденного ствола в первый год после обвязки пленкой; 2 — общий вид поврежденного ствола через шесть лет после применения пленки; 3 — свободная обвязка пленкой, также приводит к повреждению ствола.



# 87

Повреждение коры и камбия яблони в результате резкого снижения температуры в различное время года: 1 — в начале зимы кольцевое повреждение саженцев, прикопанных без полива, выше кольцевого повреждения солнечные ожоги; 2 — осенью, кора и камбий ствола саженца погибли, древесина здоровая; 3 — продольный срез: 4 — зимой (в январе), повреждение камбия, камбиальной зоны и частично коры с последующим появлением солнечных ожогов на стволе и скелетных ветвях (сорт Джонатан).



Повреждение саженцев яблони в результате резкого снижения температуры в различное время года: 1 — при резких колебаниях температуры в конце зимы, повреждены почки и ткани, прилегающие к ним; 2—4 — в начале весны до распускания почек, кора и камбий повреждены в верхней части побега и возле почек.



1



2

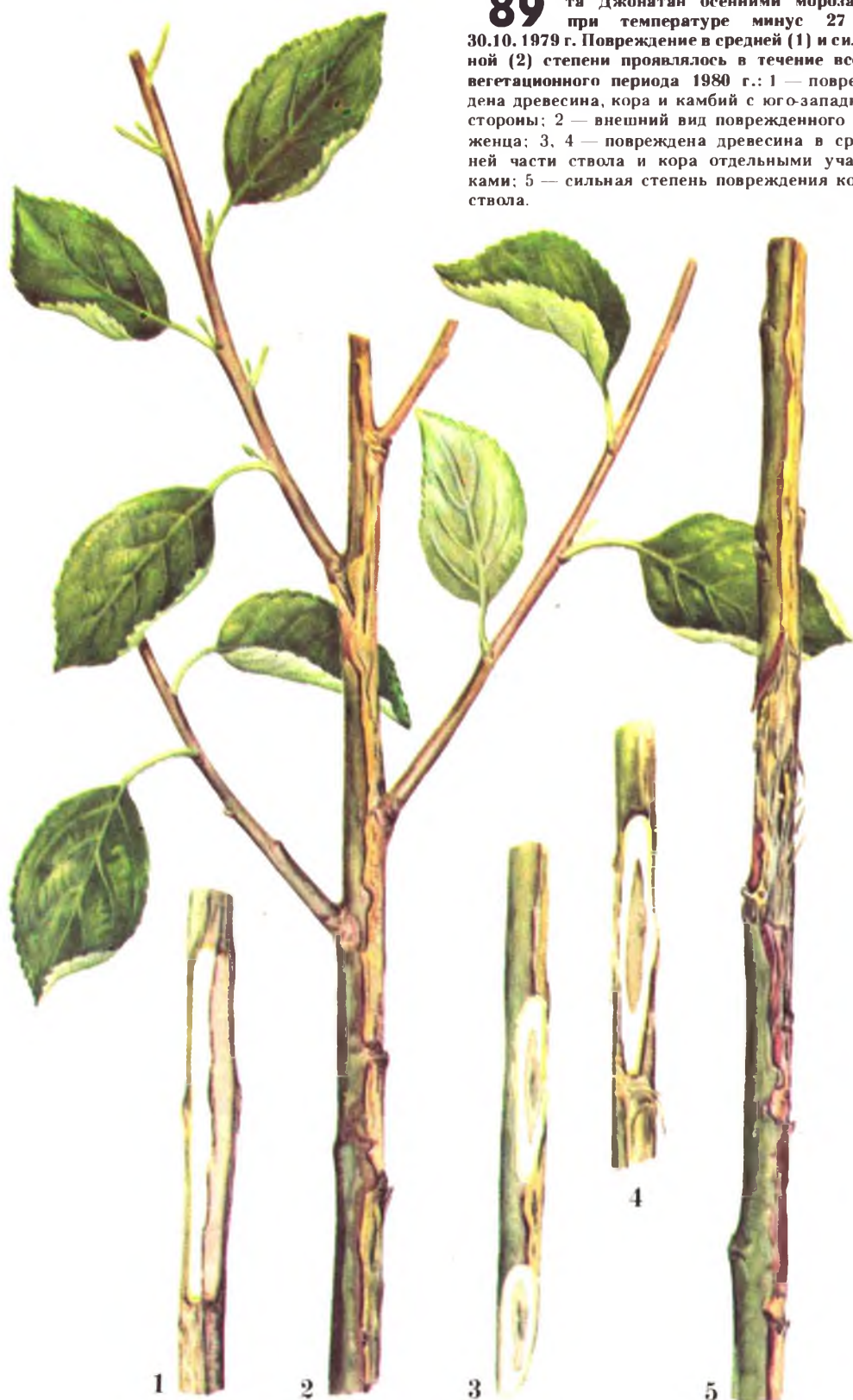


3



4

Повреждение саженцев яблони сорта Джонатан осенними морозами при температуре минус 27 °С 30.10.1979 г. Повреждение в средней (1) и сильной (2) степени проявлялось в течение всего вегетационного периода 1980 г.: 1 — повреждена древесина, кора и камбий с юго-западной стороны; 2 — внешний вид поврежденного саженца; 3, 4 — повреждена древесина в средней части ствола и кора отдельными участками; 5 — сильная степень повреждения коры ствола.





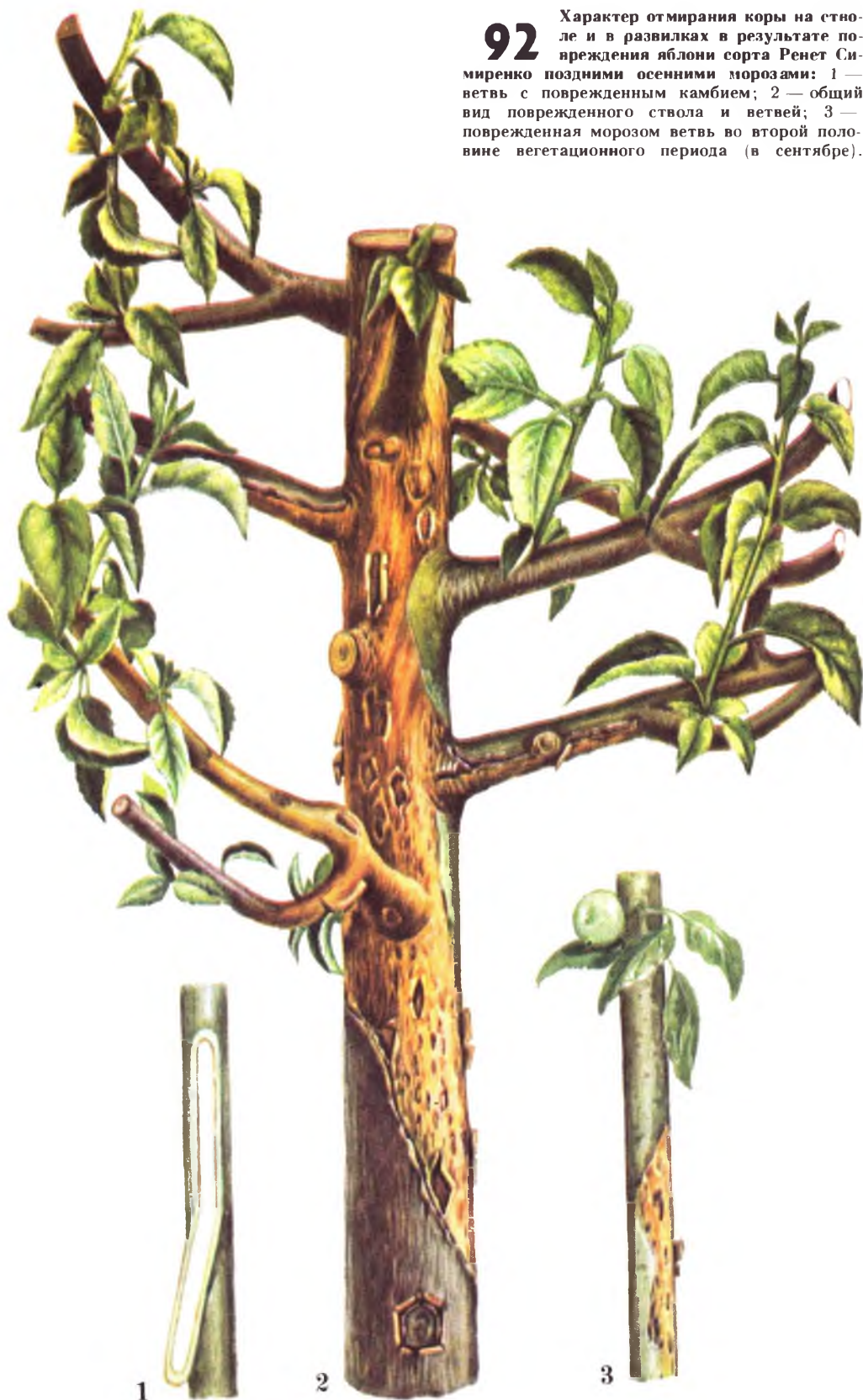
Повреждение саженцев яблони сорта Джонатан (1, 2) и Мекинтош (3, 4) осенними морозами при температуре минус 27 °С 30.10.1979 г.: 1 — верхняя часть саженцев вымерзла; 2 — в нижней и средней частях повреждены почки и прилегающие к ним ткани; 3, 4 — сильное повреждение коры и камбия, в средней и нижней частях имеются трещины.



Изменение окраски и размера листьев у яблони сорта Ренет Симиренко при сильном повреждении осенью коры, камбия ствола и развилок: 1 — лист здорового дерева; 2—8 — разная степень повреждения листьев.



Характер отмирания коры на стволе и в развилках в результате повреждения яблони сорта Ренет Симиренко поздними осенними морозами: 1 — ветвь с поврежденным камбием; 2 — общий вид поврежденного ствола и ветвей; 3 — поврежденная морозом ветвь во второй половине вегетационного периода (в сентябре).







1



2



3



4

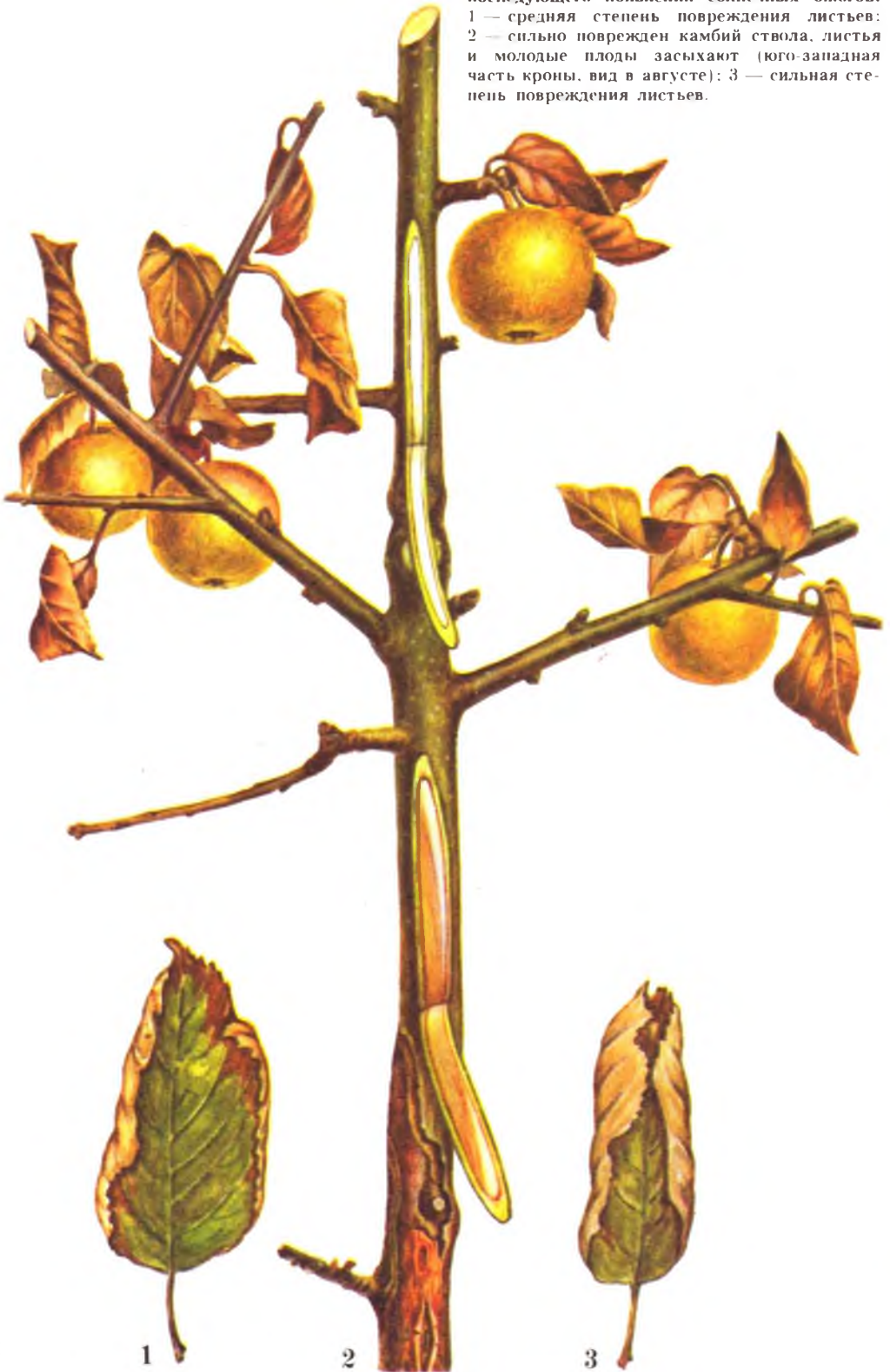


5





Повреждение яблони сорта Ренет Симиренко в результате резкого снижения температуры в ноябре и последующего появления солнечных ожогов: 1 — средняя степень повреждения листьев; 2 — сильно поврежден камбий ствола, листья и молодые плоды засыхают (юго-западная часть кроны, вид в августе); 3 — сильная степень повреждения листьев.





Изменение размера и окраски листьев у деревьев яблони, имеющих поврежденный камбий ствола и развилки: 1, 2 — в слабой (вид летом) и 3—10 — в сильной степени (3—6 вид летом; 7—10 — вид осенью).





**97**

Характер повреждения стволов (1),  
корневой системы (2) и ветвей  
разного возраста (3, 4, 5), деревьев  
яблони после суровых зим через 1—3 года  
при выращивании их в пониженных местах с близ-  
ким залеганием грунтовых вод.





Характер повреждения коры скелетных ветвей (1) и ствола яблони (2) после суровых зим. На поврежденных участках кора трескается и отделяется от древесины (1) или появляется сажистый налет на срезах (2, 3).



1



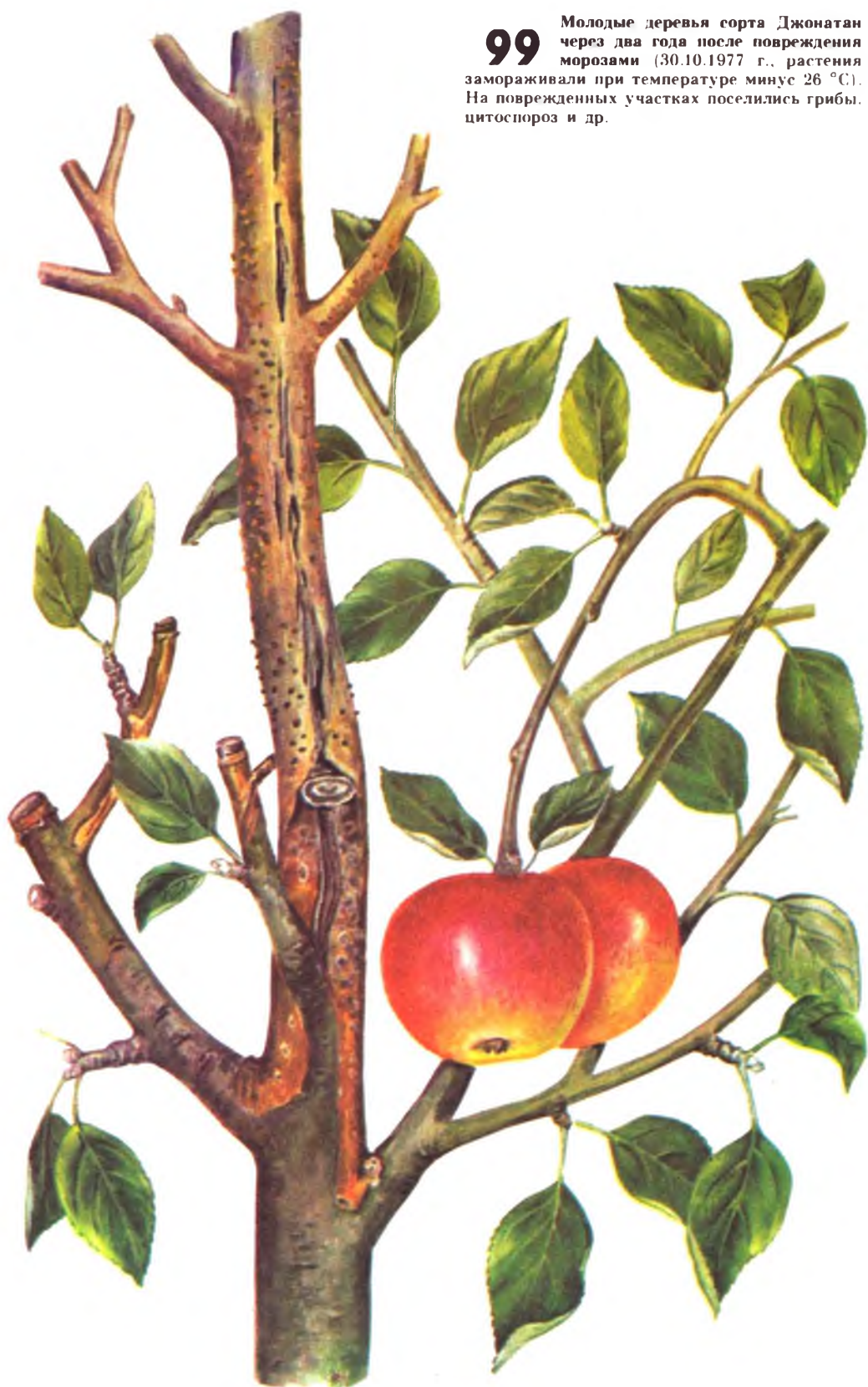
2



3

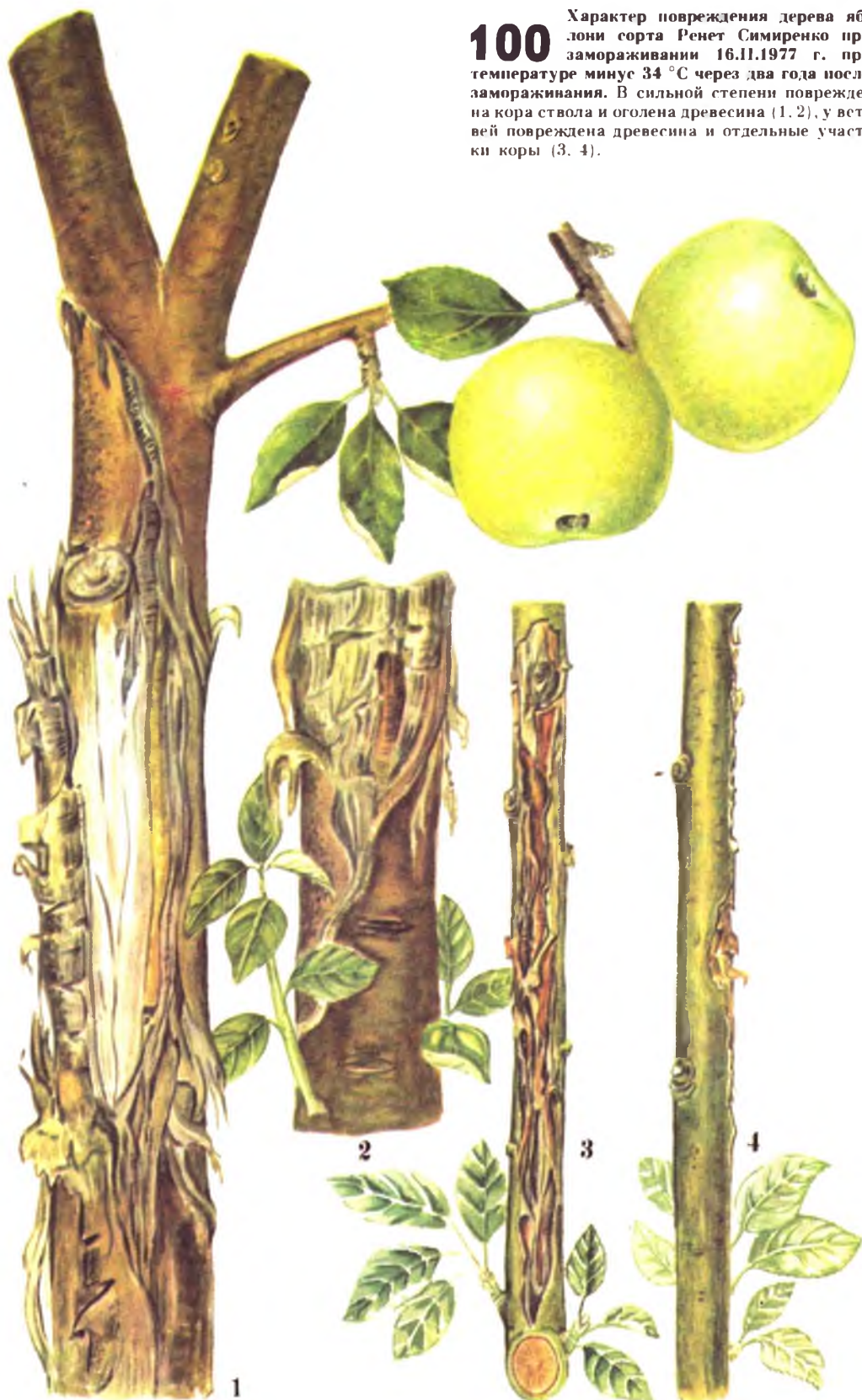
**99**

Молодые деревья сорта Джонатан через два года после повреждения морозами (30.10.1977 г., растения замораживали при температуре минус 26 °С). На поврежденных участках поселились грибы: цитоспороз и др.





Характер повреждения дерева яблони сорта Ренет Симиренко при замораживании 16.11.1977 г. при температуре минус 34 °С через два года после замораживания. В сильной степени повреждена кора ствола и оголена древесина (1, 2), у ветвей повреждена древесина и отдельные участки коры (3, 4).



Характер отрастания поврежденно-го молодого дерева яблони сорта Ренет Симиренко при замораживании в холодильных камерах 19.II.1976 г. при температуре минус 48 °С через три года после воздействия низкой температуры: 1 — отдельная ветвь; 2 — поперечный срез ветви; повреждена древесина в центральной части ветви; 3 — повреждена кора и оголена древесина, на коре внутренней части развилок появилась плесень.





Деревья не прошли периода покоя, не подвергались действию пониженных температур осенью и зимой, отличаются циклическим типом плодоношения, низкой морозоустойчивостью, незначительным приростом и слабой облиственностью. На деревьях одновременно имеются распускающиеся почки, бутоны, цветки, завязавшиеся плодики и спелые плоды.



Критические температуры гибели  
цветковых вегетативных почек яб-  
лони сорта Ренет Симиренко в раз-  
ные периоды глубокого и вынужденного по-  
коя: в конце периода глубокого покоя при тем-  
пературе минус 38 °С (1); минус 34 °С (2)  
в период вынужденного покоя, при темпера-  
туре минус 30 °С и минус 26 °С (4).



Степень и характер повреждения ветвей и почек яблони сорта Ренет Симиренко после замораживания в холодильных камерах при минус 16 °С в конце периода вынужденного покоя (2); минус 12 °С перед началом распускания цветковых почек (3); при минус 6 °С в период обособления бутонов (4). Ветвь растения, не подвергавшегося замораживанию (1).



1



2



4



3



Повреждение заморозками цветков яблони: 1 — при температуре минус 5 °С, все цветки мертвые; 2 — при температуре минус 4 °С, вымерзли пестики; 3 — при температуре минус 2 °С, цветки не пострадали; 4 — поврежден пестик в результате резких колебаний температуры в конце зимы.

Повреждение заморозками цветков земляники: 5 — при температуре минус 1,5 °С, полностью погибли пестики у наиболее развитого цветка, из таких цветков ягоды не образуются.





Повреждение заморозками завязавшихся плодов: 1 — завязь абрикоса вскоре после цветения, здоровая; 2, 3 — поврежденная; 4 — завязь черешни вскоре после цветения, здоровая; 5 — поврежденная; 6 — поврежденные (а) и здоровые (б) завязи земляники.



Поврежденные заморозками завязавшиеся плоды и листья персика (1): а — внешний вид поврежденного плода; б, г — поперечный срез; в — продольный срез; д — внешний вид неповрежденного плода; ж — продольный срез неповрежденного плода; 2 — листья лавровишни; 3 — листья олеандра: а — здоровые; б, в, г, д, ж — поврежденные в разной степени.



а

2



б



а

1



б



в



г



д



ж

2



в



г



д



ж

3



а



б



в



г

Повреждение заморозками завязавшихся плодов: 1 — ветви черешни с поврежденными завязавшимися плодами при воздействии температуры минус 2,5 °С (часть завязавшихся плодов сохранилась); 2 — при минус 3,5 °С (все завязавшиеся плоды погибли).



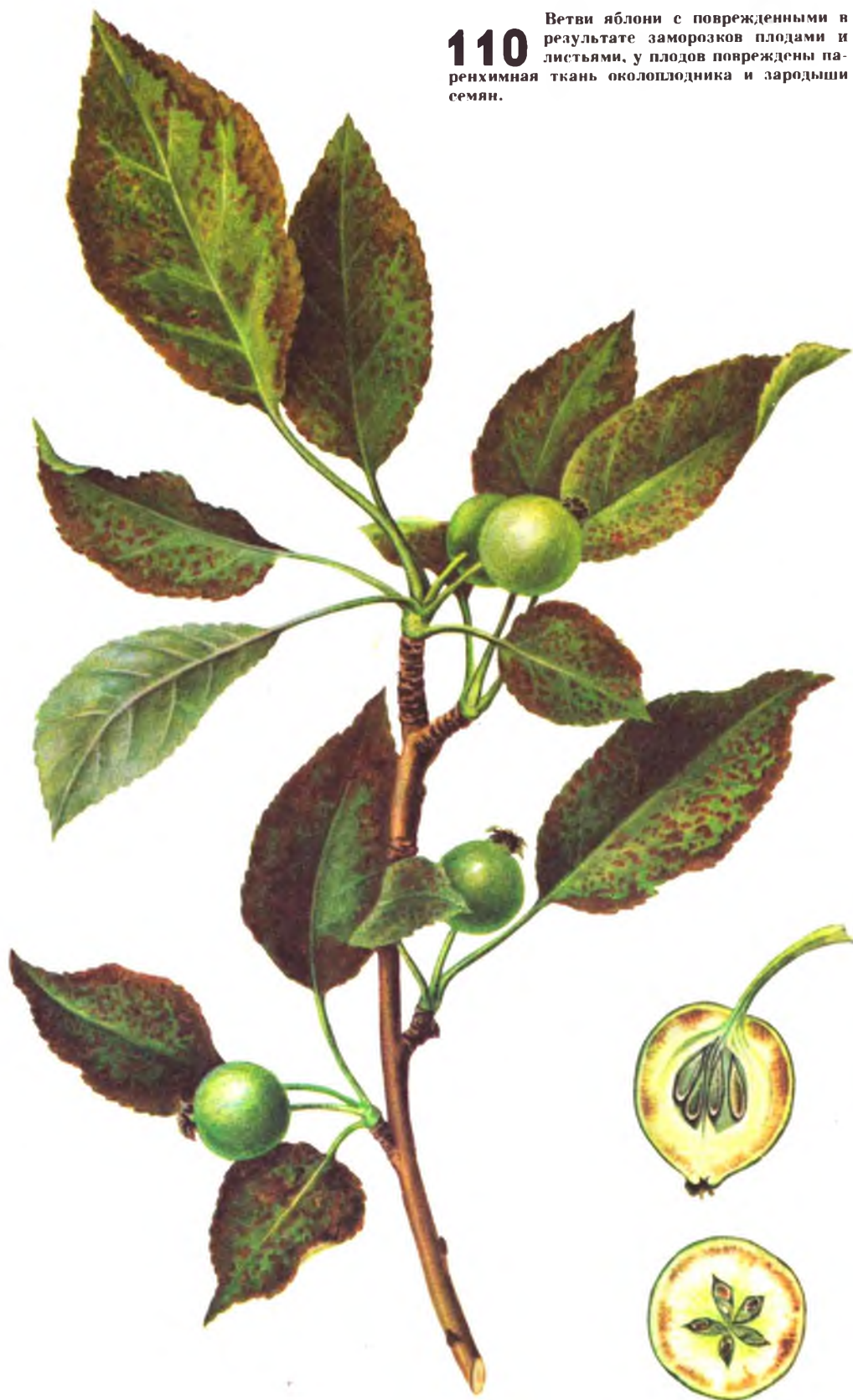






**110**

Ветви яблони с поврежденными в результате заморозков плодами и листьями. у плодов повреждены паренхимная ткань околоплодника и зародыши семян.











1



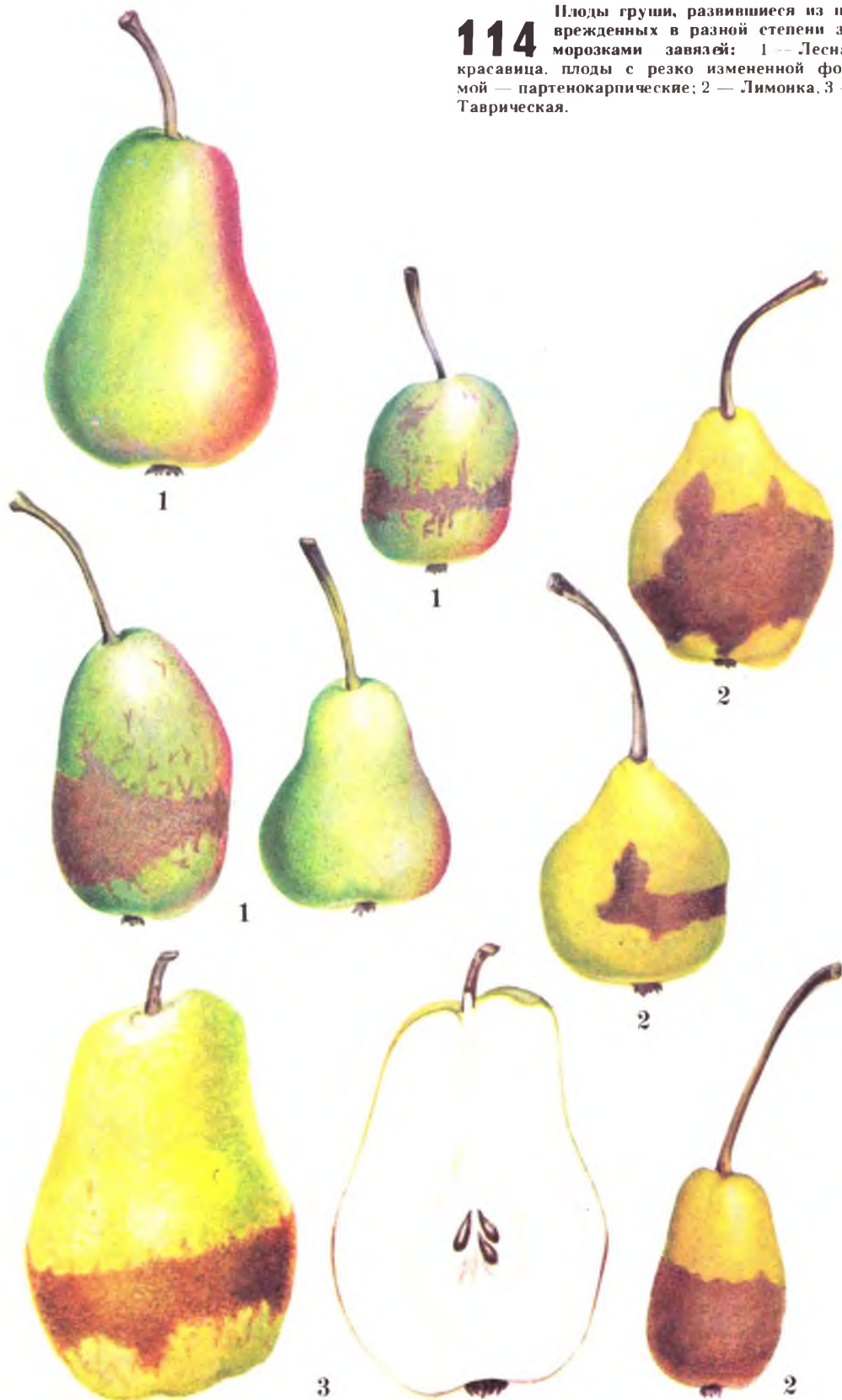
2



3

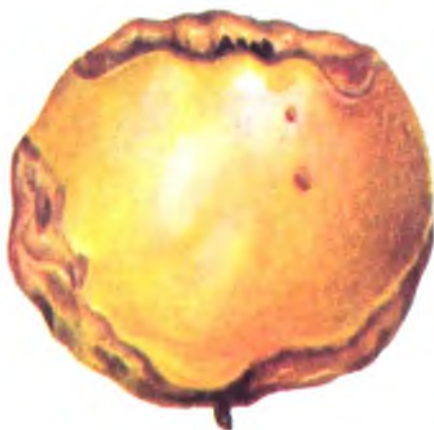








1



2



**116** Разная степень повреждения спелых плодов яблони сорта Ренет Симиренко осенними заморозками при температуре минус 5—6 °С непосредственно в саду и на вегетационной площадке: 1, 2 — средняя степень повреждения; 3 — сильная.



1



2



3





**117** Влияние криопротекторов на устойчивость спелых плодов яблони к осенним заморозкам: 1 — необработанные (контрольные) плоды — повреждение сильное; 2 — обработанные 5%-ным водным раствором глицерина — повреждение среднее; 3 — полиэтиленоксидом (ПЭО-400) 1,5%-ным водным раствором, повреждение очень слабое.



1



2

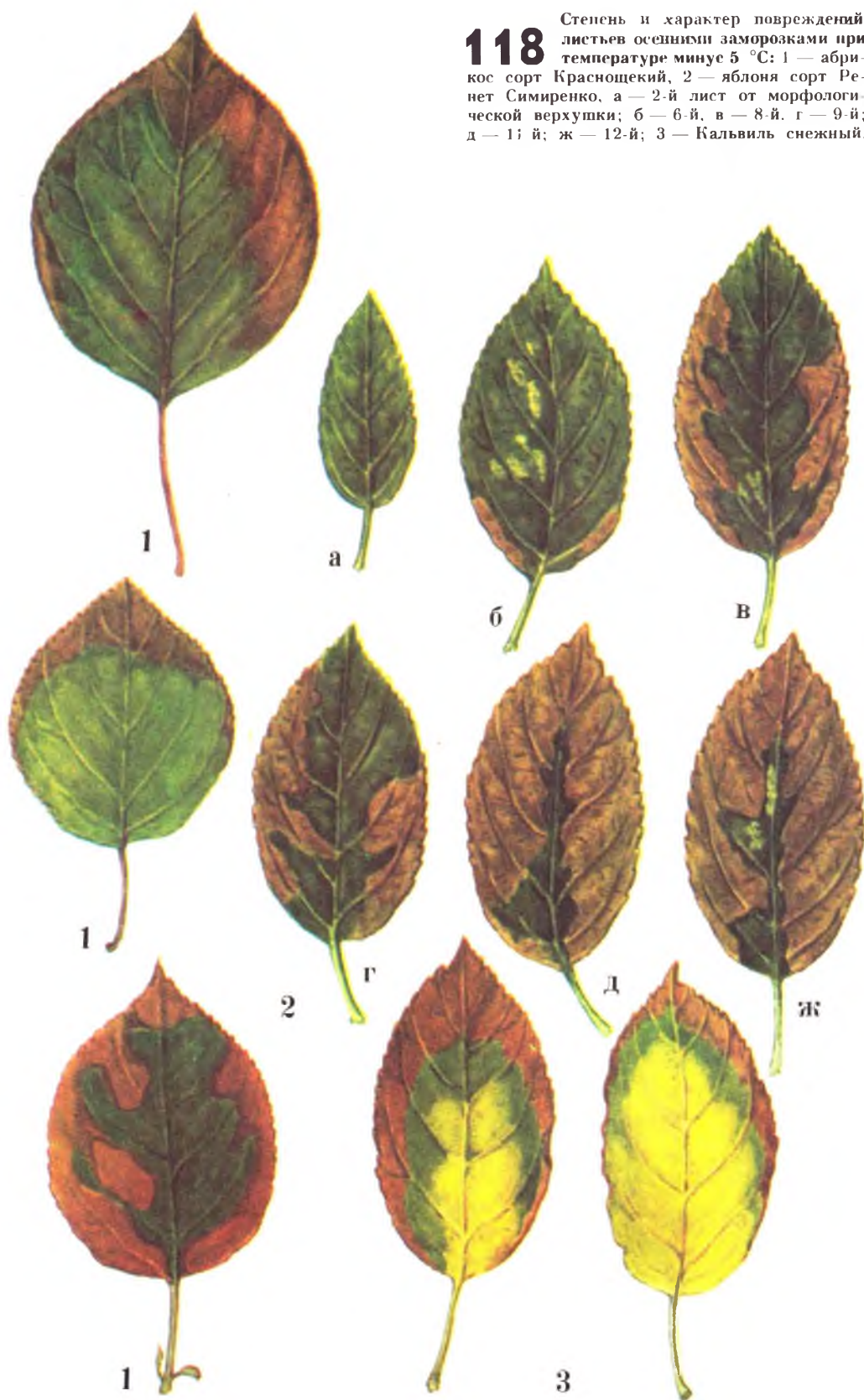


3





Степень и характер повреждений листьев осенними заморозками при температуре минус 5 °С: 1 — абрикос сорт Краснощекий, 2 — яблоня сорт Ренет Симиренко, а — 2-й лист от морфологической верхушки; б — 6-й, в — 8-й, г — 9-й; д — 1-й; ж — 12-й; 3 — Кальвиль снежный.



Влияние влажности почвы на морозоустойчивость листьев земляники: 1 — ограниченное увлажнение, частично повреждены листья; 2 — оптимальное увлажнение, листья не повреждены (здоровые). Критические температуры гибели растений в осенний период: 3 — при температуре минус 9 °С; часть корневой системы и сердечко здоровые, листья повреждены частично; 4 — при температуре минус 11 °С, сердечко и корневая система повреждены, листья вымерзли полностью; 5 — контрольные (здоровые) растения.



1



3



2



4



5



**120** Внешний вид здоровых и поврежденных в разной степени растений земляники морозами в бесснежные зимы: 1 — хорошо развитое растение, неповрежденное: на продольном срезе все ткани здоровые; 2 — слаборазвитое растение со средним повреждением листьев и корней; продольный срез его.



Сильное повреждение морозами растений земляники в малоснежные зимы: 1 — внешний вид растения. в нижней части корневища развиваются спящие почки; 2 — продольный срез — сохранились отдельные участки камбия и клетки камбиальной зоны корневища, сильная степень повреждения; 3 — сохранились в верхней части корневища паренхимные клетки, а также клетки камбиальной зоны и камбий, повреждение вышесреднего; 4 — листья земляники, поврежденные в средней степени.







Влияние ретардантов на характер роста и морозоустойчивость молодых деревьев яблони. Функциональные повреждения (краевой хлороз) листьев яблони после обработки ретардантами: 1 — 0,6%-ным водным раствором ССС; 2 — при ежегодной обработке растений 0,8%-ным водным раствором ССС и 3 — 0,6%-ным водным раствором препарата тур.



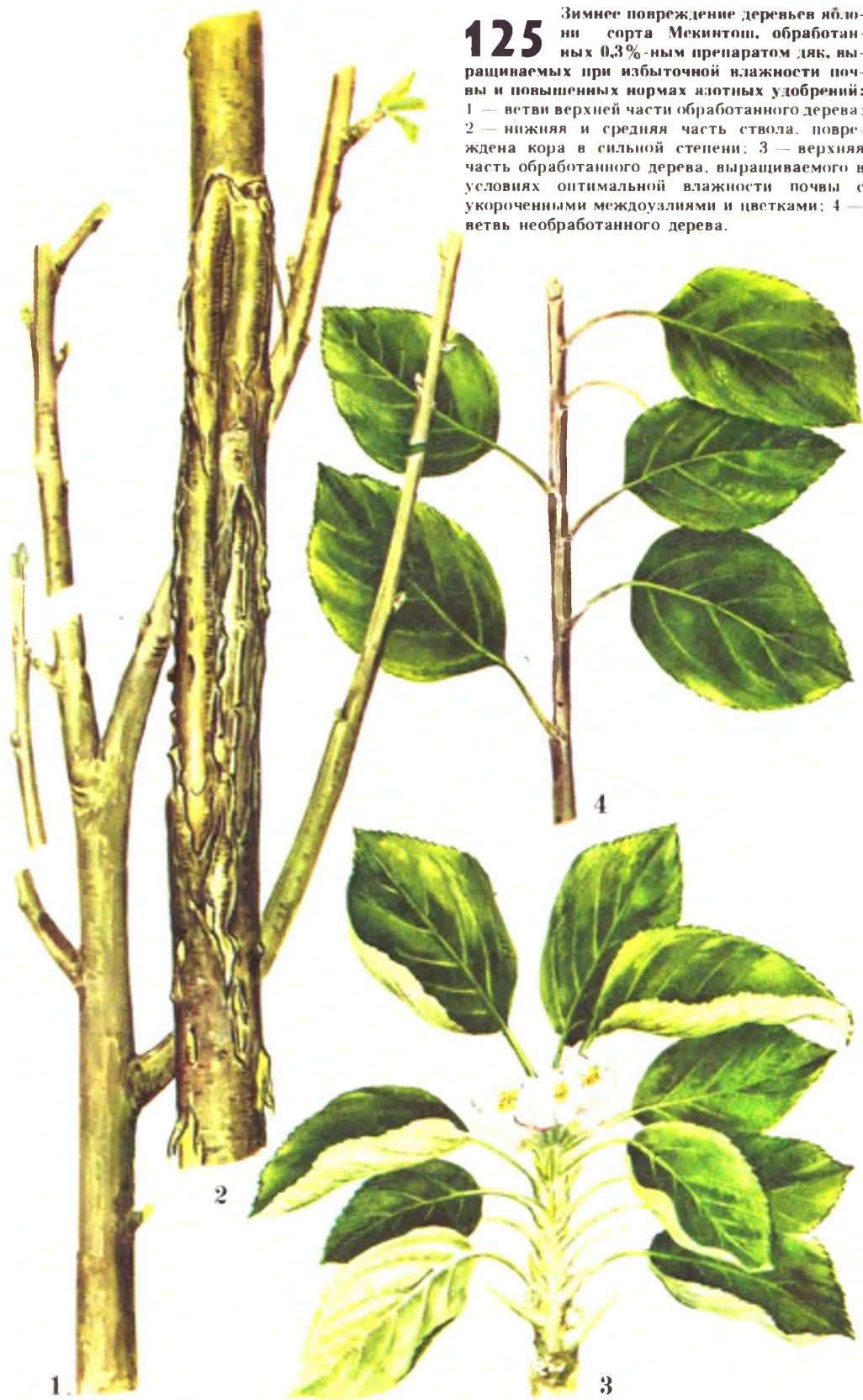


Повреждение морозом верхней части растений яблони сорта Мекин-тош после обработки препаратом тур в концентрации 0,8 % (на следующий год после повреждения).



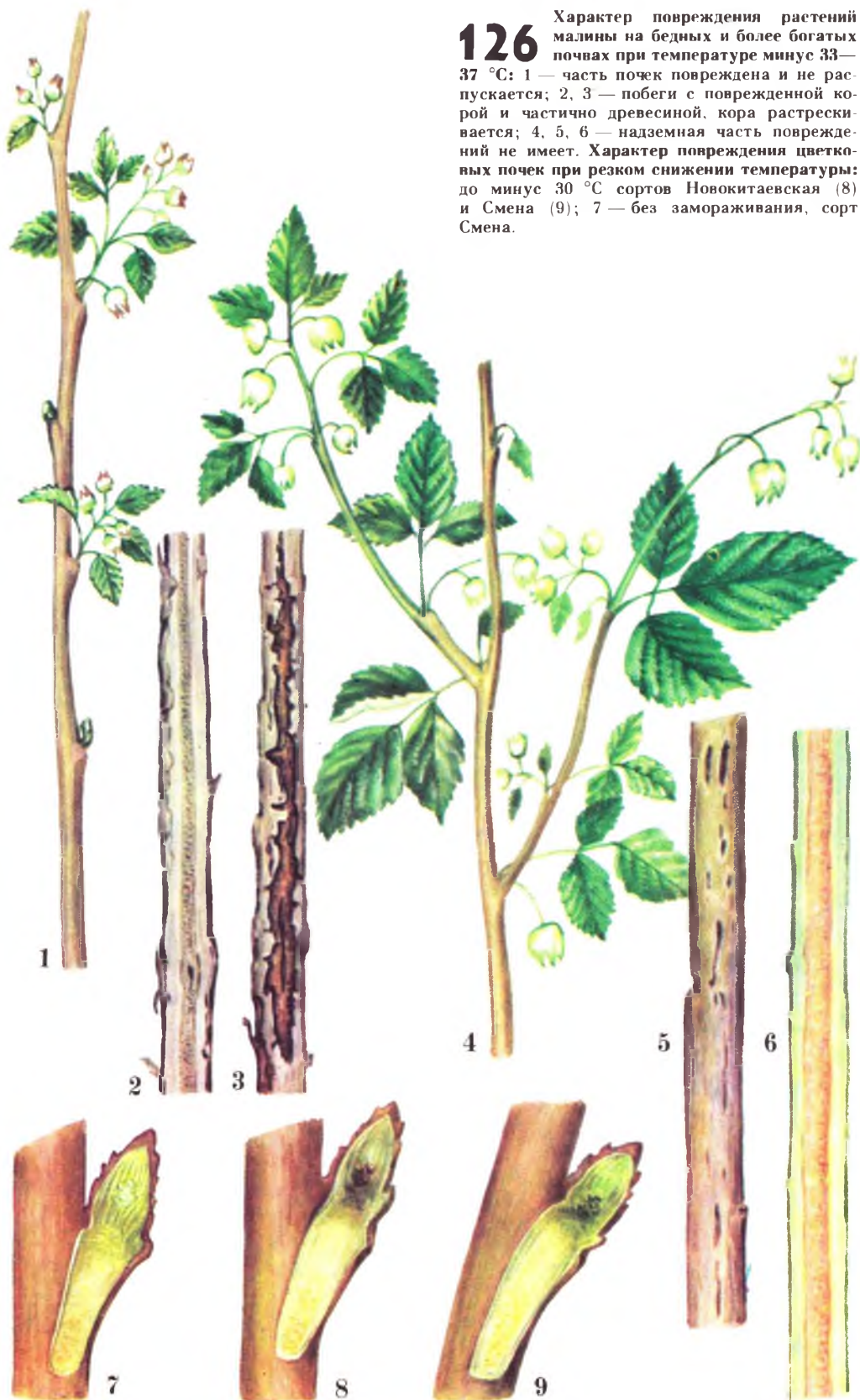
# 125

Зимнее повреждение деревьев яблони сорта Мекинтош, обработанных 0,3%-ным препаратом джк, выращиваемых при избыточной влажности почвы и повышенных нормах азотных удобрений: 1 — ветви верхней части обработанного дерева; 2 — нижняя и средняя часть ствола, повреждена кора в сильной степени; 3 — верхняя часть обработанного дерева, выращиваемого в условиях оптимальной влажности почвы с укороченными междоузлиями и цветками; 4 — ветвь необработанного дерева.





Характер повреждения растений малины на бедных и более богатых почвах при температуре минус 33—37 °С: 1 — часть почек повреждена и не распускается; 2, 3 — побеги с поврежденной корой и частично древесиной, кора растрескивается; 4, 5, 6 — надземная часть повреждений не имеет. Характер повреждения цветковых почек при резком снижении температуры: до минус 30 °С сортов Новокитаевская (8) и Смена (9); 7 — без замораживания, сорт Смена.



Характер отрастания ветвей малины сорта Новокитаевская после обычных зим и при замораживании в холодильных камерах: 1 — контрольное, не подвергавшееся замораживанию растение; а — внешний вид неповрежденного побега в начале весны; б — продольный его срез; 2 — внешний вид побега, замороженного в холодильной камере при постепенном снижении температуры до минус 53 °С; а — нижняя и средняя часть побега повреждений не имеют, верхняя часть вымерзла; б — увеличенная часть верхушки этого побега, кора отстает от древесины; 3 — внешний вид побега при резком снижении температуры от минус 20 до минус 40 °С; а — все почки погибли и вымерзла верхняя часть побега, б — продольный срез средней части побега, незначительные повреждения коры и камбия, почки вымерзли.



МАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА СОЛОВЬЕВА

---

**АТЛАС  
повреждений  
плодовых  
и ягодных  
культур  
морозами**

---

Зав. редакцией *Д. П. Корж*

Редактор *М. П. Чернецкая*

Оформление художника *И. В. Андреева*

Художественный редактор *А. П. Видоняк*

Технический редактор *Л. А. Новицкая*

Корректоры *О. Г. Цегоцкая, Л. А. Полищук*

ИБ 3367

Сдано в набор 14.07.87. Подписано в печать 30.03.88.  
БФ 04087. Формат 70×108/16. Бумага типограф-  
ская № 1. Гарнитура Тип Бодони. Печать высокая.  
Усл. печ. л. 4,2+11,2 вкл. Усл. кр.-отт. 53,9. Уч.-изд. л.  
6,24+11,22 вкл. Тираж 45 000 экз. Заказ 7—2626.  
Цена 3 р. 40 к.

Ордена «Знак Почета» издательство «Урожай», 252035.  
Киев-35, ул. Урицкого, 45.

Головное предприятие республиканского производ-  
ственного объединения «Полиграфкнига», 252057,  
Киев, ул. Довженко, 3.



# Атлас

## ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР МОРОЗАМИ



В книге рассмотрены основные аспекты морозоустойчивости, описаны типы повреждений плодовых и ягодных культур морозами, приведены критические температуры их гибели.

Освещена роль оводненности тканей, фосфорного метаболизма, продолжительности активной деятельности камбия в формировании морозоустойчивости плодовых растений. Описаны особенности повреждений цветковых почек у плодовых деревьев в зимы с суровыми морозами, а также сезонные изменения морозоустойчивости различных тканей ветвей и ствола. Приведены данные о влиянии влажности почвы, минеральных удобрений, обрезки на устойчивость растений к морозам. Показано влияние сочетания метеорологических факторов и условий выращивания на степень и характер повреждений деревьев. Раскрыт механизм регенерационных процессов у поврежденных растений, приведены диагностические признаки, характеризующие степень подготовки растений к зиме. Повышение морозоустойчивости рассматривается как сложная эколого-физиологическая проблема, связанная с адаптационными свойствами сорта. Рекомендованы мероприятия по восстановлению поврежденных морозами плодовых и ягодных растений. Атлас иллюстрирован оригинальными черно-белыми и цветными рисунками.